

# Pesquisa

FAPESP ▲

ABRIL DE 2022 | ANO 23, N. 314



## MENOS METANO NO PASTO

Soluções tecnológicas podem ajudar a pecuária a reduzir as emissões de gases de efeito estufa

Desigualdades no combate à Covid-19 dão novo fôlego ao multilateralismo

Startup capixaba lança cão-guia robótico para auxiliar cegos

Terapia experimental controlou o HIV por seis meses após suspensão de remédios

Disputa entre tradutores marca história do *Livro das mil e uma noites*

Primatóloga Karen Strier relata os frutos de 40 anos de pesquisa com os muiquis

Estudo aponta eficácia de repasses do ICMS a municípios com unidades de conservação



10ª CONFERÊNCIA

## O USO DA TERRA E A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

AO VIVO

### ABERTURA

**Ronaldo Aloise Pilli**  
Vice-presidente do  
Conselho Superior da FAPESP

### MODERADOR

**Carlos Eduardo Pellegrino Cerri**  
ESALQ/USP

A 10ª Conferência FAPESP 60 Anos abordará temas relacionados ao uso da terra e à produção de alimentos, dois aspectos centrais para a segurança alimentar e para a sustentabilidade em nosso planeta. Os custos ambientais decorrentes da degradação do solo e dos ecossistemas, o uso de microrganismos promotores do crescimento de plantas em substituição aos fertilizantes tradicionais e a dinâmica espaço-temporal da cobertura e uso da terra no Brasil serão discutidos.

20 ABRIL  
2022

das 10h às 11h30

### CONFERENCISTAS



#### JOACHIM VON BRAUN

Pontifícia Academia de Ciências do Vaticano/  
Bonn University



#### MARIANGELA HUNGRIA

Embrapa Soja/INCT-MPCP-AGRO



#### LAERTE GUIMARÃES FERREIRA

Universidade Federal de Goiás (UFG)

Informações  
e inscrições,  
acesse

<https://60anos.fapesp.br>



Sua pesquisa rende fotos bonitas? Mande para [imagempesquisa@fapesp.br](mailto:imagempesquisa@fapesp.br)  
Seu trabalho poderá ser publicado na revista.



## *Misteriosa campinarana*

O espalhafatoso fruto de *Tovomita cornuta* parece atraente para aves, que ao comer as sementes recobertas de polpa laranja podem disseminar novas mudas por meio de suas fezes. Mas esse processo ainda não está documentado. A planta só foi descoberta em 2018 e descrita este ano, graças a inventários em campinaranas da região de Manaus, um ambiente de solo arenoso e pouco nutritivo, com uma flora única e de baixa estatura. Rara, vive em áreas afetadas pela atividade humana: recém-descoberta, já é considerada ameaçada de extinção.

*Imagem enviada pelo ecólogo Layon Demarchi, estudante de doutorado em botânica no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa)*

**3** FOTOLAB  
**6** COMENTÁRIOS  
**7** CARTA DA EDITORA

**8** BOAS PRÁTICAS  
Pesquisadores reagem a veto do governo da Austrália a projetos em humanidades

**11** DADOS  
Mulheres na ciência paulista

**12** NOTAS  
**17** NOTAS DA PANDEMIA

COVID-19  
**18** Desigualdades no acesso a insumos reacendem discussão sobre a importância de ações multilaterais

ENTREVISTA  
**22** Primatóloga Karen Strier contribuiu para a conservação de miquis e formou quase 80 pesquisadores brasileiros

CAPA  
**28** Os desafios do país para mitigar as emissões de gases de efeito estufa associadas à pecuária

**34** Manejo do pasto e mudanças na alimentação podem reduzir o impacto do rebanho bovino no clima

ENTREVISTA  
**38** O epidemiologista Lex Bouter aponta os rumos do debate internacional sobre integridade científica

POLÍTICAS PÚBLICAS  
**42** O impacto de leis que repassam mais ICMS a cidades com áreas de conservação

PESQUISA NA QUARENTENA  
**45** O professor João Neves Pires conta como usou *Pesquisa FAPESP* em sala de aula

INFECTOLOGIA  
**48** Tratamento experimental fez dois pacientes ficarem temporariamente livres do vírus da Aids

ECOLOGIA  
**54** Peixe transgênico fluorescente é encontrado em riachos mineiros na bacia do Paraíba do Sul

ZOOLOGIA  
**56** Hibernação parece retardar o envelhecimento e permitir a maturação sexual em animais

GEOLOGIA  
**58** Simulações propõem explicação para o surgimento das serras do Mar e da Mantiqueira

FÍSICA  
**60** Partícula rara se desintegra sete vezes mais que sua antipartícula em estudo de brasileiros no Cern



Leia no site a edição da revista em português, inglês e espanhol, além de conteúdo exclusivo

VÍDEO [YOUTUBE.COM/USER/PESQUISAFAPESP](https://www.youtube.com/user/pesquisafapesp)



▶ **No centenário da Semana de 1922, modernismo continua alvo de críticas e reflexões**

O historiador Luiz Armando Bagolin, da USP, faz um passeio por destaques da literatura e das artes plásticas do movimento [bit.ly/igVSEmana22](https://bit.ly/igVSEmana22)

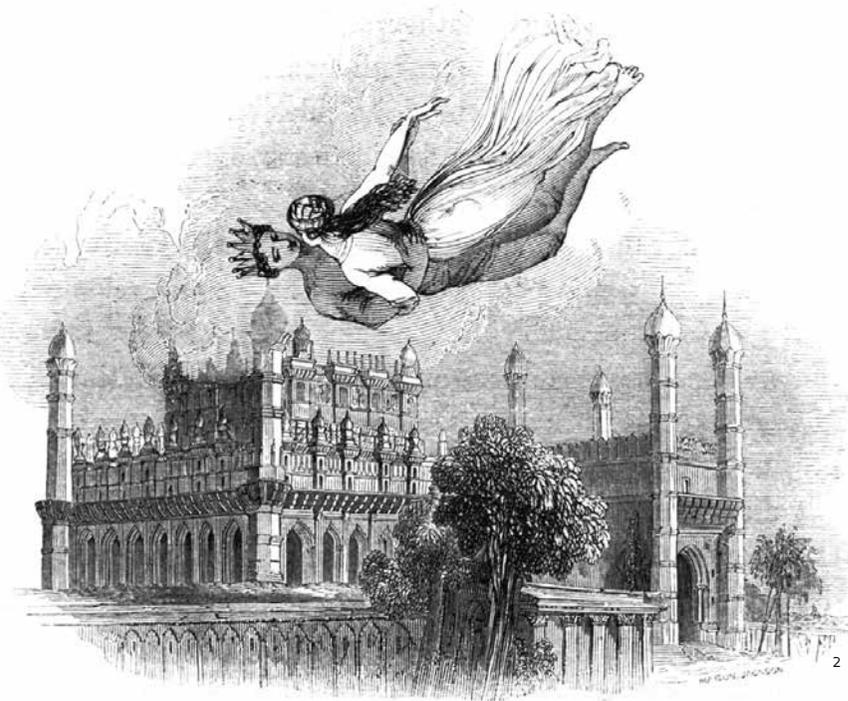


▶ **Brasília poderia ter sido diferente**  
Documentos recém-descobertos permitem olhar de novas maneiras para a capital construída em tempo recorde [bit.ly/igVBrasilia](https://bit.ly/igVBrasilia)

PODCAST

**Pandemia, modernismo, aprendizagem**

O impacto do novo coronavírus na saúde coletiva, o papel das mulheres no contexto literário e artístico do evento de 1922 e o potencial dos games na educação [bit.ly/igPBR12mar22](https://bit.ly/igPBR12mar22)



## ABRIL 2022

ENERGIA

**64** Brasil prepara-se para testar produção de hidrogênio verde

ENGENHARIA

**68** Startup capixaba lança cão-guia robótico para auxiliar cegos

ECONOMIA

**72** Estudos revelam que carga tributária incide mais sobre as mulheres

HISTÓRIA | BRASIL 200 ANOS

**78** Pesquisadores levantam cerca de 15 mil referências de textos sobre a Independência

LITERATURA

**81** Primeiras traduções do *Livro das mil e uma noites* evidenciam esforços por transformá-lo em documento

OBITUÁRIOS

**86** Eneida Maria de Souza (1943-2022)

**88** Luiz Pinguelli Rosa (1942-2022)

**90** MEMÓRIA | BRASIL 200 ANOS

Identificado o projeto de navio feito no Brasil que trouxe a Corte portuguesa em 1808

**94** RESENHA

*Liberdade, cidadania e ethos democrático: Estudos anti-hobbesianos*, de Yara Frateschi.  
Por Maria Isabel Limongi

**95** CARREIRAS

Orientação requer metas e um ambiente de trabalho pautado na colaboração

**98** PERFIL

Ecóloga Rita Mesquita, além da pesquisa, passou a se dedicar à política ambiental

Ao lado, enfermeiras levam vacina contra o coronavírus ao interior do Amazonas (COVID-19, P. 18)

Acima, ilustração do *Livro das mil e uma noites* (LITERATURA, P. 81)

Capa

LÉO RAMOS CHAVES

## CONTATOS

revistapesquisa.fapesp.br

redacao@fapesp.br

 PesquisaFapesp

 PesquisaFapesp

 pesquisa\_fapesp

 @pesquisa\_fapesp

 PesquisaFAPESP

 pesquisafapesp

 cartas@fapesp.br  
R. Joaquim Antunes, 727  
10º andar  
CEP 05415-012  
São Paulo, SP

## ASSINATURAS, RENOVAÇÃO E MUDANÇA DE ENDEREÇO

Envie um e-mail para  
assinaturaspesquisa@fapesp.br

## PARA ANUNCIAR

Contate: Paula Iliadis  
E-mail:  
publicidade@fapesp.br

## EDIÇÕES ANTERIORES

Preço atual de capa  
aumentado do custo  
de postagem.  
Peça pelo e-mail:  
clair@fapesp.br

## LICENCIAMENTO DE CONTEÚDO

Adquira os direitos de  
reprodução de textos  
e imagens de *Pesquisa FAPESP*.  
E-mail:  
mpiliadis@fapesp.br

## Cidades amazônicas

Gostei muito da reportagem “Árvores da Amazônia para cidades amazônicas” (disponível apenas no site da revista). Considero importante o papel da divulgação científica feita por *Pesquisa FAPESP*. É uma publicação muito adequada para fazer a ligação entre ciência e sociedade. O papel da comunicação se compara ao da pesquisa em si e de seus resultados, porque atinge horizontalmente a população. Penso também nos professores de vários níveis, que precisam de textos em português. Como apontou uma das reportagens da revista, a publicação exclusivamente em inglês se amplia, mas diminui a absorção de novos conhecimentos no país. Como o Brasil é bem plural na sua habilidade de leituras e compreensão de textos, é preciso chamar a atenção sobre os pontos principais, o que vocês fazem.

Vera Imperatriz Fonseca

## Engenheiros

O Brasil sofre uma desindustrialização assustadora. Os novos engenheiros vão trabalhar onde (“Engenharia em reconstrução”, edição 313)? Na pós-graduação observamos que, quando o mercado profissional está em baixa, chove engenheiros; quando o mercado está aquecido, os alunos somem.

Madureira Sidnei

## Inglês

Boa notícia (“Idioma em baixa”, edição 312). O inglês é a língua internacional da ciência e

é obrigatória nas principais revistas científicas do mundo. Na verdade, o estudo indica que está ocorrendo maior participação de pesquisadores brasileiros nessas revistas. Publicar em português significa ficar restrito ao Brasil. Publicar em inglês abre a possibilidade de o trabalho ser lido pela comunidade internacional.

Gustavo Schmidt

## Covid-19

Reconhecer nem sempre é fácil (“Covid longa pode deixar sequelas que duram muitos meses”, disponível apenas no site da revista). Sequelas tardias podem ser graves.

Edson Arpini Miguel

## Vídeos

Excelente a apresentação do professor Luiz Armando Bagolin no vídeo “No centenário da Semana de 1922, modernismo continua alvo de críticas e reflexões”.

Kristen Deckard

O estudo de dunas modernas também é importante para a caracterização de ambientes geológicos antigos (“Por que as dunas crescem?”). Essas dunas litificam e deixam sua marca no registro geológico.

João Luiz dos Santos Neto

Sua opinião é bem-vinda. As mensagens poderão ser resumidas por motivo de espaço e clareza.

## Reportagem que você lê no site de *Pesquisa FAPESP*

[bit.ly/igJararacas](https://bit.ly/igJararacas)

Zoólogos descrevem duas novas espécies de jararaca, uma da Paraíba e outra de São Paulo



Exemplar de jararaca-da-moela (*Bothrops germanoi*), descoberta no litoral paulista

MARCELO RIBEIRO DUARTE / INSTITUTO BUTANTAN

**PRESIDENTE**

Marco Antonio Zago

**VICE-PRESIDENTE**

Ronaldo Aloise Pili

**CONSELHO SUPERIOR**

Dimas Tadeu Covas, Helena Bonciani Nader, Ignácio Maria Poveda Velasco, Liedi Legi Bariani Bernucci, Mayana Zatz, Mozart Neves Ramos, Pedro Luiz Barreiros Passos, Pedro Wongtschowski, Thelma Krug, Vanderlan da Silva Bolzani

**CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO****DIRETOR-PRESIDENTE**

Carlos Américo Pacheco

**DIRETOR CIENTÍFICO**

Luiz Eugênio Mello

**DIRETOR ADMINISTRATIVO**

Fernando Menezes de Almeida

**Pesquisa**  
FAPESP

ISSN 1519-8774

**COMITÊ CIENTÍFICO**Luiz Henrique Lopes dos Santos (*Presidente*), Agma Juci Machado Traina, Américo Martins Craveiro, Anamaria Aranha Camargo, Ana Maria Fonseca Almeida, Angela Maria Alonzo, Carlos Américo Pacheco, Claudia Lúcia Mendes de Oliveira, Deisy das Graças de Souza, Douglas Eduardo Zampieri, Eduardo de Senzi Zancul, Euclides de Mesquita Neto, Fabio Kon, Flávio Vieira Meirelles, Francisco Rafael Martins Laurindo, João Luiz Filgueiras de Azevedo, José Roberto de Franca Arruda, Lillian Amorim, Lucio Anghes, Luciana Harumi Hashiba Maestrelli Horta, Mariana Cabral de Oliveira, Marco Antonio Zago, Marie-Anne Van Sluys, Maria Julia Manso Alves, Marta Teresa da Silva Arretche, Richard Charles Garratt, Roberto Marcondes Cesar Júnior, Rui Monteiro de Barros Maciel, Wagner Caradori do Amaral e Walter Colli**COORDENADOR CIENTÍFICO**

Luiz Henrique Lopes dos Santos

**DIRETORA DE REDAÇÃO**

Alexandra Ozorio de Almeida

**EDITOR-CHEFE**

Neldson Marcolin

**EDITORES** Fabrício Marques (*Política C&T*), Glenda Mezarobba (*Humanidades*), Marcos Pivetta (*Ciência*), Yuri Vasconcelos (*Tecnologia*), Carlos Fioravanti e Ricardo Zorzetto (*Editores especiais*), Maria Guimarães (*Site*)**REPÓRTERES** Christina Queiroz e Rodrigo de Oliveira Andrade**REDATORES** Jayne Oliveira (*Site*) e Renata Oliveira do Prado (*Mídias Sociais*)**ARTE** Claudia Warrak (*Editora*),Júlia Cherem Rodrigues e Maria Cecilia Felli (*Designers*), Alexandre Affonso (*Editor de infografia*), Felipe Braz (*Designer digital*), Amanda Negri (*Coordenadora de produção*)**FOTÓGRAFO** Léo Ramos Chaves**BANCO DE IMAGENS** Valter Rodrigues**RÁDIO** Sarah Caravieri (*Produção do programa Pesquisa Brasil*)**REVISÃO** Alexandre Oliveira e Margô Negro**COLABORADORES** Ana Paula Orlandi, Bárbara Quintino, Danilo Albergaria, Diego Viana, Domingos Zapparoli, Eduardo Geraque, Frances Jones, Joana Santa Cruz, Junio Matos, Layon Demarchi, Maria Isabel Limongi, Meghie Rodrigues, Natália Gregorini, Sarah Schmidt, Sinésio Pires Ferreira, Tiago Cardoso**REVISÃO TÉCNICA** Celio Haddad, Fábio Kon, Flávio Vieira Meirelles, Francisco Laurindo, José Roberto Arruda, Gabriela Pellegrino Soares, Lúcio Anghes, Nathan Berkovits, Ricardo Hirata, Walter Colli**MARKETING E PUBLICIDADE** Paula Iliadis**CIRCULAÇÃO** Clair Marchetti (*Gérente*), Aparecida Fernandes e Grécia Foiani (*Atendentes de assinaturas*)**OPERAÇÕES** Andressa Matias**SECRETARIA DA REDAÇÃO** Ingrid Teodoro**É PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DE TEXTOS, FOTOS, ILUSTRAÇÕES E INFOGRÁFICOS SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO****TIRAGEM** 29.900 exemplares  
**IMPRESSÃO** Plural Indústria Gráfica  
**DISTRIBUIÇÃO** RAC Mídia Editora**GESTÃO ADMINISTRATIVA** FUSP – FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**PESQUISA FAPESP** Rua Joaquim Antunes, nº 727, 10º andar, CEP 05415-012, Pinheiros, São Paulo-SP**FAPESP** Rua Pio XI, nº 1.500, CEP 05468-901, Alto da Lapa, São Paulo-SPSECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO  
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

## CARTA DA EDITORA

## Caminhos e trocas

Alexandra Ozorio de Almeida | DIRETORA DE REDAÇÃO

**E**m dezembro passado, uma instituição bancária lançou campanha publicitária com dicas para consumidores reduzirem sua pegada de carbono. Entre as propostas, a sugestão de diminuir o consumo de carne gerou forte reação do setor pecuário, como a promoção de churrascos diante de agências do banco.

Entre as fragilidades dessa atividade econômica hoje, pesa o fato de ser uma enorme fonte de emissão de metano, contribuindo para o aquecimento global – representa 19% do total de emissões nacionais de gases de efeito estufa. Um país com o maior rebanho comercial do mundo tem a responsabilidade de realizar esforços para desenvolver e implementar tecnologias que permitam ao setor emitir menos carbono e ter menos impacto no clima do planeta.

O jornalista Domingos Zapparoli, colaborador frequente de *Pesquisa FAPESP*, e o editor de Tecnologia, Yuri Vasconcelos, trazem um panorama das iniciativas para reduzir as emissões da pecuária no Brasil, incluindo um caminho desenvolvido pela Embrapa que promove a integração do cultivo agrícola com a criação de gado e o plantio de floresta (*página 28*).

\*

Para quem tem idade suficiente, acompanhar a pandemia do Sars-CoV-2 em alguns aspectos lembra o auge da crise da Aids, nos anos 1980-90. Uma doença misteriosa, também causada por vírus, cujo diagnóstico inicialmente era uma sentença de morte. Com o surgimento dos medicamentos antirretrovirais, a sobrevivência e a qualidade de vida dos pacientes HIV+ cresceram substancialmente. Mais recentemente, diferentes grupos de pesquisa avançam em busca da chamada cura funcional da infecção. Isso significa impedir a replicação do vírus da imunodeficiência adquirida (HIV), que

causa a Aids, sem a necessidade de uso contínuo dos antirretrovirais.

Uma estratégia terapêutica concebida e testada no Brasil passou na prova de conceito, isto é, o ensaio clínico de fase I/II mostrou que a proposta é promissora. Ela envolve a substancial redução de HIV no organismo com antirretrovirais e outros compostos, seguida do uso de uma vacina personalizada que ajuda o sistema de defesa a encontrar e destruir os vírus que sobreviveram à medicação (*página 48*).

Desde março de 2020 *Pesquisa FAPESP* se dedica à cobertura do novo coronavírus, e foi criada seção em que colhemos depoimentos de pesquisadores sobre os impactos da Covid-19. Avaliamos que, em um período tão atípico, fazia sentido traçarmos um relato mais pessoal, sem perder o lastro na atividade científica que pauta nossa produção. Já foram quase 100 relatos, e pela primeira vez a própria revista é protagonista da narrativa recontada a partir da página 45. O estudante de doutorado e professor de ensino técnico João Neves nos enviou um relato detalhado e ilustrado, base para o depoimento que integra esta edição, contando como ele estruturou seu curso de história na Escola Técnica Estadual do Centro Paula Souza de Mogi Mirim, interior de São Paulo, em torno de reportagens publicadas nesta revista sobre a pandemia e outros temas relevantes para o currículo da disciplina.

Em março de 2022, passados exatos dois anos, voltamos à nossa redação – ao espaço físico onde a equipe que produz, divulga e comercializa *Pesquisa FAPESP* se encontra para trabalhar. Animados com a perspectiva de novas trocas e inspirados pelo relato de João Neves, convidamos nossos leitores a falar conosco. Nossos contatos estão no alto da página ao lado (*página 6*); comentários, sugestões, questionamentos, críticas construtivas e elogios são muito bem-vindos.

# BOAS PRÁTICAS



## A sombra da interferência política

Veto do governo da Austrália a seis projetos de pesquisa em humanidades mobiliza comunidade científica do país

**U**ma investigação parlamentar aberta para apurar possível interferência política no investimento público em ciência mobilizou os cientistas da Austrália. Pelo menos 85 pesquisadores e representantes de sociedades científicas prestaram depoimento no Senado no início de março e a grande maioria deles pediu a revogação de uma prerrogativa que permite ao ministro da Educação rejeitar decisões de financiamento a projetos de pesquisa tomadas por comitês de especialistas.

Em dezembro, o ministro interino, Stuart Robert, havia utilizado esse poder de veto para proibir a concessão de recursos a seis propostas recomendadas por painéis de *experts* do Conselho de Pesquisa da Austrália (ARC). Os projetos eram todos da área de humanidades e envolviam tópicos como a China moderna, o ativismo climático estudantil e a amizade como tema na literatura

inglesa. “Ao tomar a decisão de recusar seis dos 593 projetos, o ministro acredita que os rejeitados não valorizam o dinheiro dos contribuintes nem contribuem para o interesse nacional”, informou um porta-voz do ministério à revista *Nature*.

Nos 21 anos de atividades do ARC, o ministério rejeitou projetos em apenas quatro ocasiões – três delas nos últimos cinco anos. A Austrália é governada há quatro anos pelo premiê Scott Morrison, do Partido Liberal, de centro-direita. Em 2018, 11 projetos de humanidades já haviam sido vetados pelo ministério. As pesquisas rejeitadas receberiam cada uma entre 200 mil e 500 mil dólares australianos (R\$ 740 mil e R\$ 1,84 milhão).

Em resposta ao veto de dezembro, mais de 140 membros do comitê de especialistas do ARC assinaram uma carta defendendo o rigor e a integridade do processo de avaliação. “A qualidade das propostas de subvenções submetidas ao ARC é extremamente alta”, afirma o texto. Cada projeto é avaliado por especialistas do país e de fora e, em seguida, discutido e votado individualmente nas reuniões do painel do Comitê Consultivo de Seleção. Dezenove por cento das propostas apresentadas foram recomendadas. “Cada uma delas foi chancelada com base não apenas na qualidade, inovação e viabilidade, mas também no benefício e no valor que gerariam. A decisão ministerial de anular recomendações da ARC para financiamento prejudica todo esse processo”, escreveram os signatários da carta.

**D**ois membros do comitê de especialistas renunciaram em protesto. “O veto ministerial soa como um capricho”, disse à *Nature* Andrew Francis, matemático da Universidade do Oeste de Sydney, em Penrith, um dos que abandonaram o cargo. Segundo Francis, a possibilidade de haver veto político já está fazendo com que pesquisadores do campo das mudanças climáticas mudem o escopo de suas propostas para tentar escapar da interferência na avaliação.

Na investigação aberta no Senado, o astrofísico norte-americano radicado na Austrália Brian Schmidt, ganhador do Nobel de Física de 2011 e vice-chanceler da Universidade Nacional Australiana, em Canberra, foi uma das vozes que defenderam o fim do poder de veto do ministro. “Isso já está afetando a capacidade de atrair talentos para a Austrália”, disse, de acordo com o jornal *The Sydney Morning Herald*. James McCluskey, vice-reitor de pesquisa da Universidade de Melbourne, afirmou que o poder de veto é um “desvio significativo das melhores práticas do mundo”. Ele observou que os conselhos de pesquisa nos Estados Unidos e no Reino Unido são autônomos e não estão sujeitos à intervenção de ministros.

Deborah Sweeney, vice-chanceler da Universidade do Oeste de Sydney, instituição que teve dois

projetos vetados pelo ministério, disse que a intervenção teve “um efeito assustador, devastador e demoralizante” sobre os pesquisadores proponentes. Representantes da Universities Australia (UA), que reúne 39 instituições de ensino superior do país, sustentaram que o poder de veto mina as bases do sistema de ciência e tecnologia. “Os pesquisadores que apresentam propostas competitivas a agências de financiamento precisam saber que podem confiar na força e na qualidade de suas ideias. Sem essa confiança, a pesquisa australiana perde competitividade”, informou em comunicado.

Poucas manifestações foram favoráveis à manutenção da legislação, entre as quais a do próprio ARC, para o qual a revogação “minaria a responsabilidade do ministro” e enfraqueceria a capacidade do Parlamento de supervisionar o financiamento da ciência no país. Um dos pesquisadores a defender o veto foi o físico Peter Ridd, da Universidade John Cook, representante do Instituto de Relações Públicas, uma organização que produz estudos sobre livre mercado. Em sua opinião, o poder discricionário do ministro seria importante para garantir que os resultados de pesquisa sejam fidedignos e possam ser reproduzidos em outros experimentos. De acordo com a revista *Times Higher Education*, Ridd disse que a chamada “crise de reprodutibilidade” da ciência, que faz com que muitos achados aparentemente promissores não se confirmem em estudos subsequentes, seria um efeito da incapacidade dos pesquisadores de regular suas atividades. “Eu preferiria que um político tivesse a palavra final”, propôs.

Além do ARC e de Ridd, houve outras vozes divergentes. Dirigentes da Universidade Católica da Austrália e da Universidade de Tecnologia de Queensland (QUT) argumentaram que o veto não pode ser totalmente descartado, embora deva ser uma prática excepcional. Para eles, seria suficiente ampliar a transparência no processo de decisão, com a exigência de que o ministério forneça explicações claras ao Parlamento sobre as razões pelas quais o projeto foi rejeitado. “Remover o poder de veto não seria politicamente realista ou desejável democraticamente”, afirma John Byron, conselheiro da QUT. Segundo ele, a supervisão dos ministros sobre o financiamento é um dos princípios de um governo responsável.

Apesar da mobilização, o relatório aprovado no final de março pelo comitê parlamentar de investigação optou por preservar o poder de veto do ministro. Mas recomendou a criação de um painel independente para reavaliar a legislação que regula as atividades do ARC de modo a evitar o enfraquecimento do órgão. “O comitê aceita o argumento de que uma ampla revisão do ARC é necessária, com vistas a maximizar o impacto do investimento público em pesquisa e impulsionar um forte sistema nacional de pesquisa e desenvolvimento.” ■

Fabrizio Marques

## Perfil da retratação de artigos de autores brasileiros

**P**esquisadores da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) levantaram o perfil de artigos científicos de autores brasileiros que sofreram retratação entre 2002 e 2019. Com base em dados da plataforma Retraction Watch, que compila casos de *papers* considerados inválidos pelos periódicos que os publicaram, o grupo identificou 162 artigos retratados no período, dos quais quase 60% envolveram má conduta – os casos mais comuns foram de imagens duplicadas ou adulteradas (14,2% do total); plágio ou autoplágio (12,2%); ou resultados falsificados ou manipulados (5,4%). Outros 19% foram cancelados por erros ou deslizes cometidos de boa-fé e 14,8% por equívocos dos próprios periódicos. Não foi possível definir a causa da retratação em 6,1% dos casos. O estudo foi publicado em novembro na revista *Transinformação*.

A maioria das retratações envolveu trabalhos de biociências (27 artigos retra-

tados por má conduta e 9 por erros), medicina clínica e experimental (15 artigos por má conduta e 8 por erros) e química (21 artigos por má conduta e 1 por erro). A cientista da informação Karen Santos-d'Amorim, do Departamento de Ciências da Informação da UFPE, autora principal do levantamento, explica que essas áreas publicam um grande volume de trabalhos. “Não surpreende que também tenham mais artigos retratados”, afirma. As universidades Estadual de Campinas (Unicamp) e de São Paulo (USP) foram as instituições com mais *papers* retratados: 35 e 19, respectivamente. Em seguida aparecem a Estadual Paulista (Unesp) e a Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), com 6 artigos cada uma, e as federais de Mato Grosso (UFMT), do Espírito Santo (Ufes), de Minas Gerais (UFMG), de Viçosa (UFV) e a Estadual de Maringá (UEM), com 3 artigos cada uma.

Em seu estudo, Santos-d'Amorim observou que, dos 114 periódicos que re-

trataram artigos de autores brasileiros, 31 eram do Brasil, como o *Jornal de Pediatria* e o *Brazilian Journal of Biology*. Segundo ela, isso sugere que as políticas editoriais de retratação não se limitam a publicações internacionais, mas se encontram disseminadas no país. “O Brasil está investindo em iniciativas de promoção da integridade em pesquisa e mais editores se sentem estimulados a investir em políticas dessa natureza”, afirmou a pesquisadora. O levantamento do grupo da UFPE distinguiu o alcance dos periódicos que cancelaram artigos de brasileiros: 24 retratações ocorreram em revistas com fator de impacto (FI) superior a 5 – isso significa que, em média, cada *paper* dessas revistas recebeu pelo menos cinco citações em outros trabalhos, um sinal de repercussão. Outras 52 foram registradas em títulos com FI entre 2 e 5; 25 em periódicos com FI menor do que 2; e 36 em publicações que não têm fator de impacto mensurado.

## Plágio derruba vice-chanceler

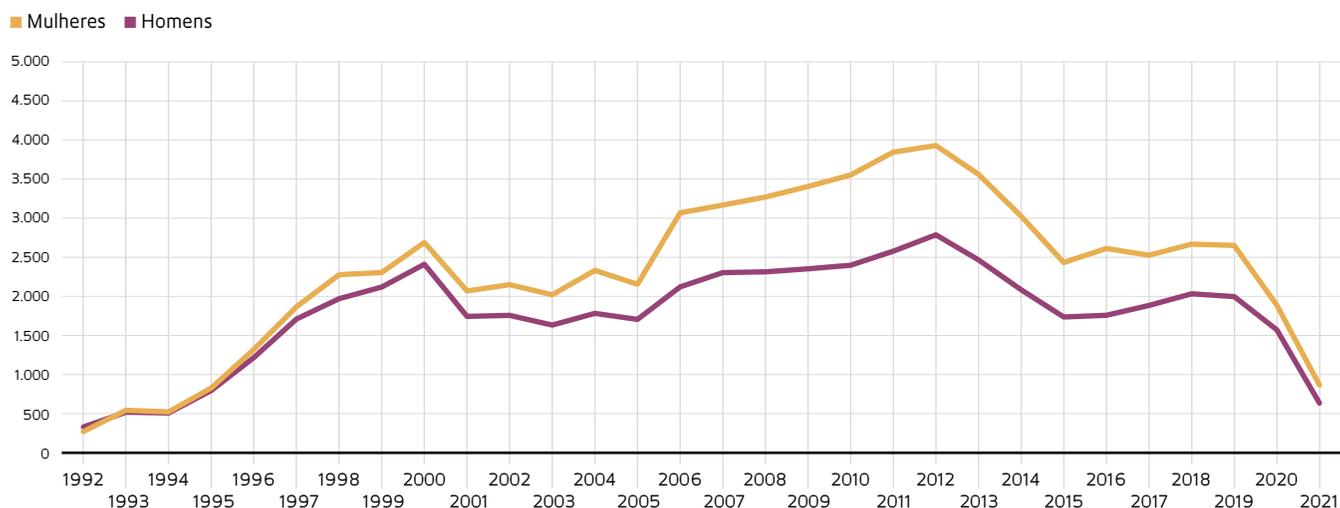
**O** geneticista norte-americano Terry Magnuson renunciou ao cargo de vice-chanceler de Pesquisa da Universidade da Carolina do Norte, em Chapel Hill, depois de admitir que cometeu plágio em um pedido de financiamento apresentado em março de 2021 aos Institutos Nacionais de Saúde (NIH), principal agência de apoio à pesquisa biomédica dos Estados Unidos. Investigação feita pelo Escritório de Integridade Científica (ORI) do país encontrou em um projeto submetido por Magnuson trechos copiados de dois manuais, de um material de divulgação de uma empresa que fabrica kits de sequenciamento genético e de um artigo de revisão. Os NIH aprovaram o pedido em agosto e só posteriormente a má conduta foi detectada.

O geneticista, que já havia recebido mais de US\$ 50 milhões em recursos da agência para seus projetos, aceitou ter seu trabalho monitorado até janeiro de 2024. Seus pedidos de subvenção a agências federais terão de ser revisados pela Escola de Medicina da universidade, que certificará a veracidade e a lisura das informações. A escola também enviará relatórios semestrais ao ORI descrevendo a supervisão às atividades do pesquisador. O chanceler da universidade, Kevin Guskiewicz, agradeceu a Magnuson por seu trabalho, que elevou o volume de financiamento à pesquisa na instituição ao patamar de US\$ 1 bilhão. Em e-mail enviado aos colegas obtido pelo jornal *The News & Observer*, o pesquisador justificou a renúncia. Explicou que era seu dever “garantir que todos possam confiar que o sistema trata todos igualmente, independentemente de posição ou *status*, e que ninguém está acima da lei”.

### A PRESENÇA FEMININA ENTRE BOLSISTAS DA FAPESP

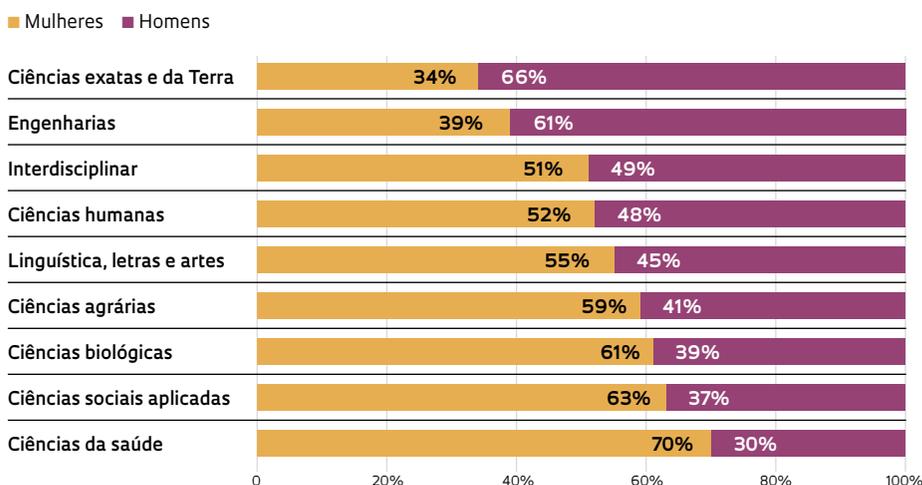
- ▶ Entre 1992 e 2021, a evolução do número de bolsas concedidas pela FAPESP foi semelhante para homens e mulheres. Para ambos, houve intenso crescimento na década de 1990, relativa estabilidade na primeira metade dos anos 2000, nova expansão até 2012, quando atingiu o ponto máximo da série. A partir de então, o número de bolsas diminuiu até 2015, manteve-se estabilizado nos anos subsequentes e retraiu-se expressivamente em 2020 e 2021, como provável reflexo dos efeitos da pandemia de Covid-19
- ▶ Embora esses movimentos tenham ocorrido para homens e mulheres, foram mais intensos entre as últimas: nos períodos de crescimento do número de bolsas, foi maior sua variação entre as mulheres e, nos períodos de retração, também foi mais intensa a queda entre elas. O resultado desses movimentos foi a predominância das mulheres no acumulado do período: obtiveram 57% das 123.141 bolsas aqui consideradas

### NÚMERO DE BOLSAS DE FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS, POR SEXO DO BENEFICIÁRIO, 1992-2021



- ▶ A despeito da predominância feminina ao longo do período, ela não é homogênea segundo as áreas do conhecimento. Para as bolsas vigentes em 2021, por exemplo, a participação das mulheres foi maior nas ciências da saúde (70%), ciências sociais aplicadas (63%), ciências biológicas (61%) e ciências agrárias (59%). Já os bolsistas do sexo masculino formaram maioria nas ciências exatas e da Terra (66%) e nas engenharias (61%)

### PERCENTUAL DE BOLSAS NO PAÍS, POR SEXO, SEGUNDO ÁREA DO CONHECIMENTO – VIGENTES EM 2021



NOTAS AS BOLSAS DE FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS INCLUEM AS MODALIDADES INICIAÇÃO CIENTÍFICA (45%), MESTRADO (23%), DOUTORADO E DOUTORADO DIRETO (20%) E PÓS-DOUTORADO (12%)

FONTE FAPESP. OS DADOS FORAM PROCESSADOS EM 04/01/2022. ELABORAÇÃO GEI

# NOTAS

## As aves e suas armas para lutar

Nas aves, a habilidade de voar parece ser incompatível com a de atacar e defender-se usando esporões, uma protuberância óssea que cresce continuamente na base das pernas ou na frente das asas. “Os esporões provavelmente foram perdidos por causa do voo”, conclui o biólogo Alexandre Palaoro, especialista em lutas animais, atualmente em estágio de pós-doutorado na Universidade Clemson, na Carolina do Sul, Estados Unidos. Segundo o pesquisador, as estruturas usadas em brigas são pesadas e aumentariam o consumo de energia durante o voo, por si só uma atividade bastante custosa. Palaoro e o biólogo João Menezes, atualmente na Universidade de Massachusetts

em Amherst, nos Estados Unidos, procuraram esporões em descrições de 9.993 espécies de aves, analisadas por modelagem matemática e testes evolutivos, e os encontraram em 171 delas: 118 têm a protuberância nas pernas e 53 nas asas (*Ecology Letters*, 24 de fevereiro). A conclusão é de que as espécies que fazem voos longos, como as da ordem Passeriforme, não costumam ter esporão. “Entre as espécies vivas, as com esporão tendem a fazer voos curtos e ocasionais”, diz Menezes. É o caso, no Brasil, do quero-quero (*Vanellus chilensis*) e do jaçanã (*Jacana jacana*), cujos esporões, discretos, na ponta das asas, parecem mais um adorno do que um armamento.

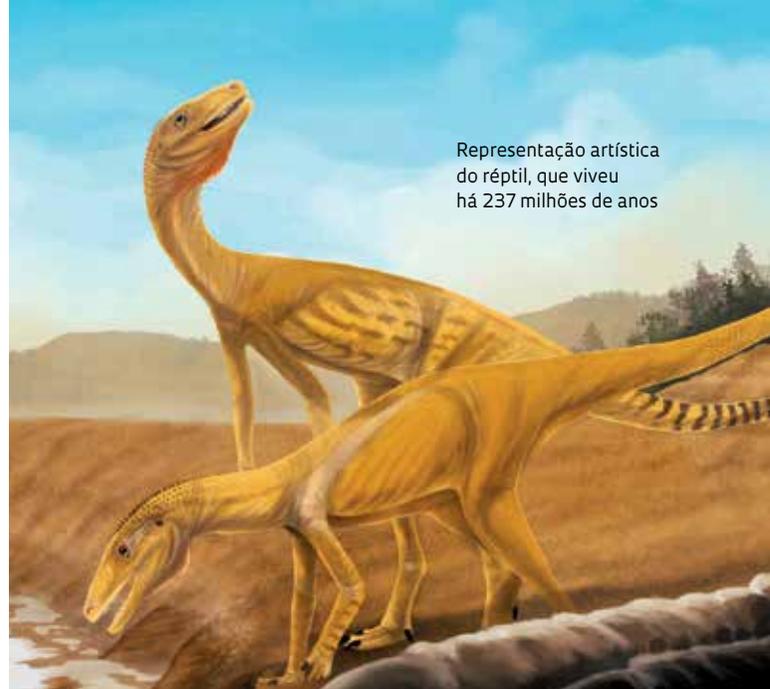
1



Jaçanã caminha em meio a plantas aquáticas expondo esporões na parte anterior das asas

## Um precursor dos dinossauros

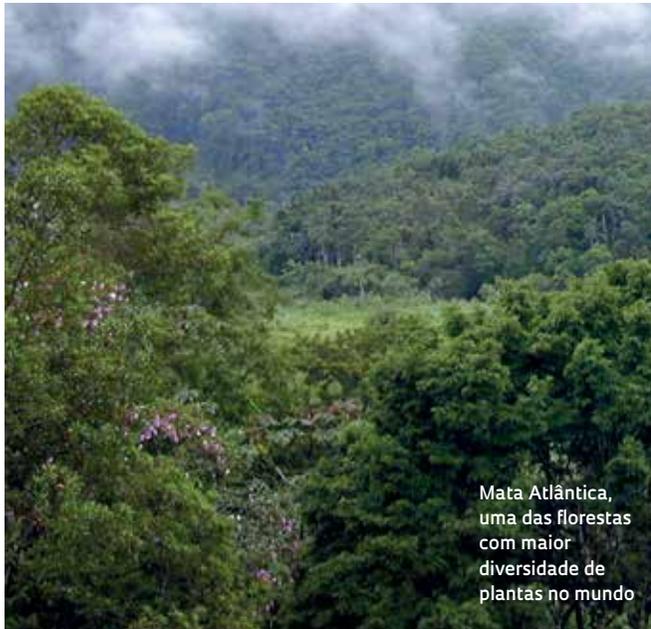
Um fêmur direito deteriorado de 11 centímetros de comprimento é tudo o que restou do mais antigo precursor dos dinossauros encontrado até agora na América do Sul. A descrição do material foi feita por dois pesquisadores do Centro de Apoio à Pesquisa Paleontológica da Quarta Colônia da Universidade Federal de Santa Maria (Cappa-UFSM), no Rio Grande do Sul. Descoberto no município gaúcho de Dona Francisca, distante 60 quilômetros de Santa Maria, o osso fossilizado fazia parte da coxa de um pequeno réptil, provavelmente bípede, que deve ter vivido há aproximadamente 237 milhões de anos (*Gondwana Research*, 1º de março). De acordo com o trabalho, o fóssil pertenceu a um dinossaumomorfo, grupo de vertebrados que inclui os dinossauros e outras formas aparentadas de répteis, como os silesaurídeos. As dimensões do fêmur indicam que seu dono pesava de 2 a 3 quilos e media cerca de 1 metro. “A cauda respondia por metade desse comprimento total”, comenta o paleontólogo Rodrigo Temp Müller, diretor do Cappa, um dos autores do estudo.



Representação artística do réptil, que viveu há 237 milhões de anos

2

3



Mata Atlântica, uma das florestas com maior diversidade de plantas no mundo

## A vantagem das florestas nativas

Em busca de melhores resultados ambientais, os projetos de restauração florestal devem se integrar a um plano de uso da terra e conciliar a produção de madeira com a diversidade de espécies a serem plantadas, indicou uma análise de 264 estudos realizados em 53 países, com a participação de pesquisadores da Universidade de São Paulo (*Science*, 17 de março). De acordo com o trabalho, coordenado pela ecóloga Fangyuan Hua, da Universidade de Pequim, na China, florestas com espécies nativas armazenam mais carbono, fornecem mais água aos córregos próximos e previnem a erosão do solo melhor do que plantações com apenas um ou poucos tipos de árvore. Em todo o mundo, para a exploração de madeira, plantam-se espécies de crescimento rápido, como pinheiros e eucaliptos, ao redor das quais se eliminam outras plantas, para evitar a competição por nutrientes e luz. As florestas nativas são formadas por espécies diferentes de árvores, arbustos e ervas. Crescem mais lentamente e atraem mais animais, mas com uma produção de madeira comparativamente menor que a do outro método.

## Mosquitos aprendem a evitar veneno

Insetos transmissores de doenças podem aprender a evitar pesticidas depois de expostos uma única vez a doses não letais de veneno, constatou o grupo do entomologista Frederic Tripet, da Universidade de Keele, no Reino Unido. Os pesquisadores colocaram fêmeas de *Culex quinquefasciatus*, o pernilongo comum, e de *Aedes aegypti*, transmissor da malária, dengue e outras enfermidades, em contato com doses baixas de pesticida, antes de realizar dois experimentos. No primeiro, os mosquitos eram soltos em uma caixa e tinham de atravessar uma tela com furos impregnada de veneno para conseguir sangue. Só 15,4% de *A. aegypti* e 12,1% de *C.*

*quinquefasciatus* previamente expostos a pesticida passaram pela rede para se alimentar. Essa proporção foi bem maior (57,7%) entre *Aedes* e (54,4%) pernilongos sem contato anterior com o inseticida. No segundo teste, os insetos eram postos em um túnel conectando duas caixas: uma com veneno e outra com um composto inerte. Resultado: 75,7% de *A. aegypti* e 83,1% de *C. quinquefasciatus* expostos ao inseticida pousaram na caixa sem pesticida. No grupo sem contato prévio, a taxa foi de 50%. Em ambos os testes, a quantidade de sobreviventes foi duas vezes maior no primeiro grupo do que no segundo (*Scientific Reports*, 17 de fevereiro).



Fêmea de *A. aegypti* após a refeição

4



## Neurônio artificial controla planta carnívora

Pesquisadores da Universidade de Linköping, na Suécia, desenvolveram um neurônio artificial feito de material compatível com tecidos biológicos e o conectaram a um organismo vivo. O neurônio artificial é composto por transistores impressos em polímeros orgânicos. Nele, a troca de partículas eletricamente carregadas (íons) de uma solução cria as condições necessárias para a passagem de um impulso elétrico, como em um neurônio biológico. Para demonstrar que o neurônio artificial funcionava, o grupo do pesquisador italiano Simone Fabiano, especialista em nanoeletrônica orgânica, conectou-o a

uma planta carnívora *Dionea muscipula*, conhecida como papa-moscas. Impulsos elétricos gerados pelo neurônio artificial fizeram as folhas da papa-moscas fecharem, mesmo sem a presença de um inseto (*Nature Communications*, 22 de fevereiro). “Escolhemos a papa-moscas para mostrar como podemos usar o sistema orgânico artificial para controlar o sistema biológico e fazer com que eles se comuniquem na mesma linguagem”, afirmou Fabiano em um comunicado à imprensa. Imagina-se que, no futuro, próteses e alguns tipos de robô exigirão integração com sistemas biológicos.

As folhas da papa-moscas antes (à esq.) e depois da ativação do neurônio artificial

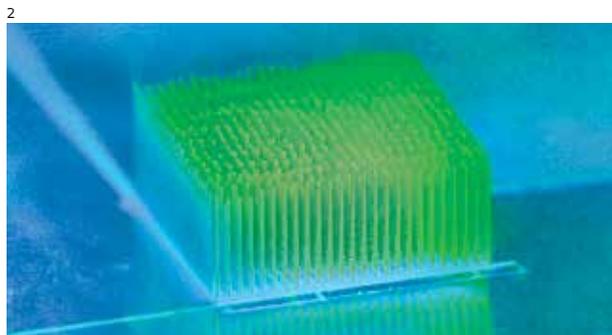


Imagem de microscopia de arranjo de micropilares com cianobactérias

## Arranha-céus para comunidades de bactérias

As cianobactérias, organismos microscópicos que realizam fotossíntese, gostam de morar bem. Cultivadas sob condições ideais, com abundância de luz, elas se proliferaram mais rapidamente e convertem mais energia luminosa em energia química. Nesse processo, liberam mais elétrons e geram uma corrente elétrica mais intensa. O grupo liderado pela química Jenny Zhang, da Universidade de Cambridge, no Reino Unido, verificou que proporcionar a esses microrganismos o tipo adequado de ambiente aumenta em mais de 10 vezes a produção de energia (*Nature Materials*, 7 de março). Os pesquisadores criaram uma estratégia de impressão tridimensional de eletrodos que favorece o crescimento das cianobactérias. São conjuntos de pilares de escala micrométrica aos quais elas aderem de modo a ter acesso a mais luz. “São como arranha-céus envidraçados”, disse Zhang ao site de notícias da universidade. Ao aumentar a altura desses pilares, o grupo constatou que era possível incrementar a produção de eletricidade, tornando a estratégia competitiva com outras formas de produção renovável de bioenergia.

## Boicote a instituições russas

Centros de pesquisa ocidentais estão cortando laços científicos com a Rússia em retaliação à invasão da Ucrânia. O movimento teve início com o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), que, em fevereiro, encerrou um acordo de cooperação de 11 anos com o Instituto Skolkovo de Ciência e Tecnologia, em Moscou. Também a Comissão Europeia excluiu a Rússia de seu principal programa de pesquisa e inovação, o Horizonte Europa, e os representantes dos 23 estados-membros da Organização Europeia para Pesquisa Nuclear (Cern) suspenderam a condição de observador da Rússia. Outras instituições foram mais cautelosas. A União Astronômica Internacional rejeitou uma petição de astrônomos ucranianos para proibir os russos de participarem de suas atividades. Já a Universities UK, organização que atua em defesa das universidades no Reino Unido, aconselhou seus membros a revisar as colaborações com a Rússia caso a caso (*Science*, 8 de março).



Reprodução do mapa que teria sido traçado por William Clark em 1816

## Grilagem de terras em 1816 nos Estados Unidos

O historiador Robert Lee, da Universidade de Cambridge, no Reino Unido, elucidou um caso de roubo de terras no início do século XIX nos Estados Unidos. Examinando um microfilme da Administração Nacional de Arquivos e Registros dos Estados Unidos, ele estranhou as fronteiras traçadas em um mapa atribuído ao capitão Eli B. Clemson (1776-1842). A demarcação das terras indígenas não coincidia com a delineada no tratado de Osage, de 1808. Detalhes do mapa levaram Lee a concluir que seu autor era o explorador norte-americano William Clark (1770-1830), que o teria desenhado em 1816. Alterando os limites no mapa, Clark subtraiu de indígenas a metade superior do que é hoje o estado do Missouri, do qual era governador. Com a apropriação, ele violou o Tratado de Ghent com a Grã-Bretanha, de 1812, que determinava a preservação das terras indígenas; desfez sua imagem de protetor dos povos nativos; e atraiu colonizadores. A ocupação das terras tomadas dos nativos elevou o Missouri à condição de estado e abafou os protestos dos povos Sauks, Meskwakis e Iowas que antes viviam ali (*William and Mary Quarterly*, janeiro).

## Intacto sob o gelo da Antártida

Após uma tentativa fracassada há três anos, um grupo de 64 pesquisadores encontrou em março deste ano o navio de exploração norueguês *Endurance*, que afundou em novembro de 1915 na Antártida. A embarcação estava a 3.008 metros abaixo da superfície e a 6,5 quilômetros ao sul da posição registrada no momento do naufrágio. A expedição liderada pelo geógrafo John Shears foi bem-sucedida porque o gelo marinho, que cobre permanentemente o local, estava com os níveis mais baixos já registrados. O veleiro estava intacto. Nenhuma peça sua

foi resgatada por se tratar de monumento protegido sob o Tratado da Antártida. O *Endurance* partiu da ilha Geórgia do Sul em dezembro de 1914 com uma tripulação liderada pelo capitão anglo-irlandês Ernest Shackleton (1847-1922), que tinha por objetivo cruzar o continente gelado passando pelo polo Sul. Depois de dois dias, o *Endurance* encontrou uma barreira de gelo e a tripulação permaneceu nove meses acampada até o navio afundar, pressionado pelo gelo. Em botes, remaram até uma ilha, de onde foram resgatados (*The Guardian*, 9 de março, site *Endurance22*).

Popa do *Endurance*, submerso desde 1915





Geleiras na região do monte Fitz Roy, na divisa do Chile com a Argentina

## Andes em elevação na Patagônia

Nas últimas décadas, à medida que as geleiras derretem, a cordilheira dos Andes vem se soerguendo mais rapidamente na Patagônia do que em outras regiões. Em alguns trechos, o ritmo de elevação supera os 4 centímetros por ano e não se deve apenas ao mergulho da crosta oceânica do Pacífico Sul sob a placa tectônica da América do Sul. A razão principal do soerguimento rápido é a existência de uma janela na placa que está submergindo. Usando dados de sismógrafos, geólogos da Argentina, do Chile e dos Estados Unidos trabalhando sob a coordenação de Douglas Wiens, da Universidade de Washington em Saint Louis, mapearam as profundezas do planeta naquela região e confirmaram a existência da tal janela. Situada a cerca de 150 quilômetros abaixo da superfície, ela permite que um material mais quente e fluido do manto circule sob essa região da América do Sul, erodindo a litosfera e a tornando mais fina e flexível (*Geophysical Research Letters*, 18 de janeiro). Acelerado nas últimas décadas, o derretimento dos glaciares remove uma grande massa de gelo que fazia a litosfera flexionar para baixo nessa região. Com menos carga, a litosfera sobe.



Menina recebe vacina contra a pólio na Somália durante campanha realizada em 2019

## Pólio volta a rondar a África

No final de março, quatro países africanos anunciaram uma campanha de vacinação em massa contra a poliomielite, infecção viral que pode levar à paralisia dos membros. Malawi, Zâmbia, Zimbábue e Tanzânia pretendem imunizar 23 milhões de crianças, segundo reportagem de 21 de março do jornal britânico *The Guardian*. A razão da campanha foi a confirmação em fevereiro de um caso de paralisia infantil provocado pelo vírus selvagem no Malawi. Uma menina de 3 anos começou a apresentar sinais de paralisia em novembro de 2021. Análises do material genético do vírus indicaram que ele pertence a uma cepa que ocorre no Paquistão, uma das duas nações do mundo em que o vírus selvagem é endêmico – a outra é o Afeganistão. Essa é a primeira ocorrência desde que a África recebeu o certificado de área livre da pólio selvagem, em 2020, e o primeiro caso do Malawi em 30 anos. Além desse surto, 12 países africanos vivem uma explosão de casos de pólio provocada pelo vírus da vacina oral. O imunizante é feito com vírus atenuado, que é liberado nas fezes e pode sofrer mutações, infectando crianças não vacinadas ou com imunização incompleta. Houve cerca de 300 casos em 2019 e mais de 500 tanto em 2020 como em 2021 (*Science*, 3 de março).

## As disputadas patentes da Crispr

Em 28 de fevereiro, o Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos (USPTO) decidiu que as patentes da ferramenta Crispr-Cas9 para a edição de genes em células de plantas e animais (eucariotas) pertencem ao Instituto Broad, ligado à Universidade Harvard e ao Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). A deliberação tenta pôr fim a anos de disputa entre a equipe do Broad, de um lado, e, de outro, o grupo da Universidade da Califórnia em Berkeley e da Universidade de Viena, na Áustria, onde trabalhavam, respectivamente, a bioquímica norte-americana Jennifer Doudna e a geneticista francesa Emmanuele Charpentier (hoje no Instituto Max Planck, na Alemanha).

As pesquisadoras apresentaram em março de 2012 a ideia de que uma enzima (Cas9) podia ser guiada por uma fita simples de RNA para editar o DNA das células, o que lhes valeu o Nobel de Química de 2020. Mas foi o bioquímico Feng Zhang, do Broad, quem primeiro demonstrou, em outubro daquele ano, que a estratégia funcionava em células de mamíferos. Na época, o USPTO considerava autor da invenção quem concebia a técnica e provava ser possível colocá-la em prática (*Science*, 1º de março; *Nature Biotechnology*, 14 de março).

# NOTAS DA PANDEMIA



Fila para teste de detecção de Covid-19 em 10 de março na cidade de Yangzhou, na China

## Aumentam casos de Covid-19 na China

Em 19 de março, autoridades chinesas reportaram duas mortes por Covid-19, na província de Jilin, no nordeste do país. Seriam as primeiras em mais de um ano, elevando para 4.638 o total de óbitos na China durante a pandemia, segundo os dados oficiais. Desde que o vírus foi identificado em Wuhan, no final de 2019, o gigante asiático tem atuado com mão de ferro para contê-lo, decretando confinamentos rigorosos, realizando testagem em massa e rastreando casos suspeitos de infecção. Além da pequena quantidade de óbitos, o governo reporta apenas 139 mil infecções no período. Bem inferior

res aos de outros países grandes, esses números sugerem que a estratégia chinesa estava indo bem até a chegada das variantes delta e ômicron. Com elas, as infecções aumentaram e levaram à decretação de *lockdown* em cidades importantes, como Shenzhen, um polo tecnológico de 17,5 milhões de habitantes (*BBC*, 21 de março; *Valor Econômico*, 21 de março; *The Guardian*, 19 e 22 de março; *NYTimes*, 15 e 20 de março). Dados da Organização Mundial da Saúde, porém, mostram números bem diferentes para a China. Desde o início da pandemia, teriam ocorrido 867 mil casos e 12 mil mortes.

## Impacto desigual sobre os gêneros

A pandemia de Covid-19 afetou de modo diferente a vida de homens e mulheres, e não apenas no que diz respeito à saúde. Um trabalho feito por pesquisadores do Instituto de Métricas e Avaliação de Saúde (IHME), da Universidade de Washington, nos Estados Unidos, mediu os impactos da Covid-19 sobre aspectos econômicos e sociais. A epidemiologista brasileira Luisa Flor e seus colaboradores analisaram dados sobre emprego, renda, educação e segurança coletados entre março de 2020 e setembro de 2021 em 193 países. Resultado: quase sempre o prejuízo foi maior para mulheres do que para os homens. Uma proporção maior delas (26%) perdeu emprego, queixa de 20% dos indivíduos do sexo masculino. Além disso, as mulheres apresentaram uma propensão duas vezes maior de abandonar o trabalho para cuidar de outra pessoa do que os homens. Entre elas, a probabilidade de abandonar os estudos foi 21% maior do que entre eles. Uma proporção maior delas também relatou ter percebido aumento de violência doméstica na pandemia (*The Lancet*, 2 de março).

## A ômicron e as crianças

A variante ômicron do novo coronavírus não poupou as crianças, em especial aquelas com menos de 5 anos, que não podem ser vacinadas. A pesquisadora Kristin Marks, do serviço de inteligência de epidemias dos Centros para o Controle e Prevenção de Doenças (CDC) dos Estados Unidos, analisou os dados de 2.562 internações de pacientes com idade inferior a 5 anos ocorridas entre 1º de março de 2020 e 31 de janeiro de 2022 em 14 estados norte-americanos. A taxa de hospitalização mensal foi 2,2 vezes maior durante o surto da variante ômicron (em média, 286 por mês) do que durante o da delta (132). No início da pandemia ocorriam 75 hospitalizações mensais (*Morbidity and Mortality Weekly Report*, 15 de março). Na primeira semana de janeiro deste ano, auge da circulação da ômicron, a taxa semanal de internação foi de 14,5 crianças por grupo de 100 mil, cinco vezes superior à do pico da delta (2,9 por 100 mil), na segunda semana de setembro de 2021.

### TAXA DE INTERNAÇÃO DE MENORES DE 5 ANOS NOS EUA

Hospitalizações por 100 mil crianças



FONTE: MARKS, K. J. ET AL. MMWR. 15 DE MAR. 2022



# DESAFIOS À COOPERAÇÃO SAUDÁVEL

Países combatem pandemia por meio de estratégias isoladas, mas desigualdades no acesso a insumos reacendem debate sobre a importância de ações multilaterais

Christina Queiroz

**N**os primeiros meses da pandemia, em 2020, os Estados Unidos proibiram um dos principais fabricantes de máscaras do país de exportar seus produtos e interceptaram a compra de um carregamento de 200 mil respiradores artificiais fabricados pela China e adquiridos pela Alemanha, pagando mais pelos produtos e limitando sua oferta para outros países. Em um panorama global marcado pelo enfraquecimento das relações multilaterais, o caso ilustra estratégias adotadas por alguns governos no combate à disseminação do vírus Sars-CoV-2, caracterizadas pela busca de soluções nacionais. Resultado de pesquisas desenvolvidas por cerca de 60 especialistas, brasileiros e estrangeiros, livros editados pelo Observatório de Saúde Global e Diplomacia da Saúde do Centro de Relações Internacionais da Fundação Oswaldo Cruz (Cris/Fiocruz) indicam, por outro lado, que desde o início a pandemia impulsionou o diálogo entre instituições científicas. O desenvolvimento e a aprovação de vacinas em um curto espaço de tempo são reflexos desse movimento.

“Globalmente, as relações entre instituições científicas foram ampliadas durante a pandemia, diferentemente da lógica dos países, cujos diálogos foram caracterizados por interferências políticas que prejudicaram a adoção de estratégias cooperativas”, observa o médico Paulo Buss, coordenador do Cris/Fiocruz e organizador das obras *Diplomacia da saúde e Covid-19: Reflexões a meio caminho* (Fiocruz, 2020) e *Diplomacia da saúde: Respostas globais à pandemia* (Fiocruz, 2021). De acordo com ele, o contexto da atual pandemia difere de momentos anteriores envolvendo o combate a doenças infecciosas, caso da poliomielite. Buss lembra que, a despeito da Guerra Fria e da tensão política entre a União Soviética e os Estados Unidos, entre as décadas de 1950 e 1990, foi possível haver cooperação e as nações se articularam para disseminar a aplicação de vacinas, aderindo a um esforço coordenado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef). “A cooperação internacional foi fundamental para o controle da enfermidade. Foi assim que a região das Américas conseguiu eliminar a poliomielite nos anos 1990.”

Estratégia local que mais tarde foi adotada como modelo de iniciativa internacional, o jurista Gustavo Santiago Torrecilha Cancio, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), menciona o protagonismo e a articulação do Brasil no combate à epidemia de HIV. Em 1996, o país aprovou a Lei Federal nº 9.313, tornando obrigatória a distribuição gratuita de medicamentos para o tratamento da Aids. Com isso, o Ministério da Saúde aumentou em sete vezes os investimentos em retrovirais, criou uma rede logística de distribuição dessas drogas, qualificou profissionais da saúde para realizar o diagnóstico da doença, desenvolveu uma campanha para conscientizar a população sobre seus riscos e reduzir o preconceito associado à enfermidade, além de melhorar a estrutura de laboratórios públicos e estabelecer protocolos de tratamento. “O programa de distribuição gratuita de retrovirais do Brasil permitiu melhorar a qualidade de vida de pacientes com Aids, desacelerou a disseminação da doença e reduziu custos hospitalares. A OMS adotou a iniciativa como modelo a ser seguido por regiões em desenvolvimento e o país passou a colaborar tecnicamente com outras nações no enfrentamento da epidemia”, relata o jurista.

Na avaliação de Buss e Cancio, em sua fase inicial a atual pandemia foi marcada por uma “corrida desenfreada” de países para obter máscaras, equipamentos de proteção individual e respiradores, “que

chegou a ponto de lembrar atos de pirataria”, conforme escreveu o pesquisador da Fiocruz em um dos capítulos do livro editado em 2021. Nesse texto, Buss descreve situações em que agentes públicos de países desenvolvidos desviaram cargas de insumos durante seu trânsito em aeroportos, cobrindo a oferta daqueles a quem se destinavam os produtos – caso dos Estados Unidos e os respiradores. O pesquisador da Fiocruz explica que a corrida se estendeu até os primeiros meses de 2021, quando nações ricas adquiriram vacinas em produção, dando início a um processo de distribuição desigual dos imunizantes. “No final do ano passado, 10 economias avançadas detinham 75% de todas as doses de vacina disponíveis no mundo, enquanto algumas nações em desenvolvimento enfrentam, até hoje, dificuldades para conseguir quantidades mínimas”, relata Buss.

Embora a pesquisa e o desenvolvimento dos imunizantes tenham sido em grande parte financiados com recursos públicos, observa o médico, monopólios farmacêuticos foram autorizados a reter os direitos de propriedade intelectual. “Com isso, as vacinas estão sendo vendidas por um preço entre oito e 10 vezes mais alto do que o custo de sua produção”, calcula. Na perspectiva do pesquisador, a assimetria poderia ter sido amenizada se a Organização das Nações Unidas (ONU) estipulasse, por exemplo, a inserção de cláusulas em contratos com farmacêuticas para garantir

Profissional da saúde do Hospital das Clínicas de San Lorenzo, no Paraguai, protesta contra a falta de medicamentos e suprimentos para atender pacientes com Covid-19



preços acessíveis, compartilhamento de dados, conhecimentos e tecnologias e licenciamento de produtos.

Para Janina Onuki, professora titular do Departamento de Ciência Política da Universidade de São Paulo (DCP-USP), o multilateralismo está em um momento de retrocesso, mais pronunciado desde 2010. Segundo ela, das principais instituições multilaterais, a ONU encontra-se presa em um modelo de atuação que fazia sentido quando a organização foi criada, em 1945, mas que hoje apresenta problemas de legitimidade. Isso decorre, por exemplo, de problemas como a ausência de reformas em seu Conselho de Segurança, que hoje restringe o poder de veto a cinco países: Estados Unidos, França, Reino Unido, Rússia e China. Já a Organização Mundial do Comércio (OMC), fundada em 1995, conquistou mais credibilidade, por envolver decisões consensuais que incluem, também, o voto de países em desenvolvimento. “No entanto, apesar de a OMC contar com mecanismos por meio dos quais os interesses comerciais de nações em desenvolvimento podem ser reivindicados de forma mais legítima, o poder das grandes potências acaba se sobressaindo”, afirma. Além disso, a dinâmica de tomada de decisão por consenso tornou os processos demorados e a organização foi perdendo legitimidade. Por outro lado, a cientista política analisa que a ascensão, há cerca de uma década, de governos com viés autoritário na Europa e América Latina desestimulou a cooperação internacional. “Essas conjunturas fizeram com que os países optassem por atuar de forma unilateral na pandemia”, argumenta.

Outro fator que colaborou com o enfraquecimento do multilateralismo foi a mudança de posição dos Estados Unidos em relação à ONU. Três anos depois de abandonar o Conselho de Direitos Humanos, em 2020, após mais de sete décadas de filiação e sendo seu principal financiador, o governo norte-americano também anunciou sua decisão de deixar a OMS. As iniciativas foram revertidas com a posse do atual presidente Joe Biden, mas suas consequências, não. “Em linha com as diretrizes dos Estados Unidos, o Brasil, que historicamente teve uma postura de adesão ao multilateralismo, cooperando especialmente com países latino-americanos, passou a ado-

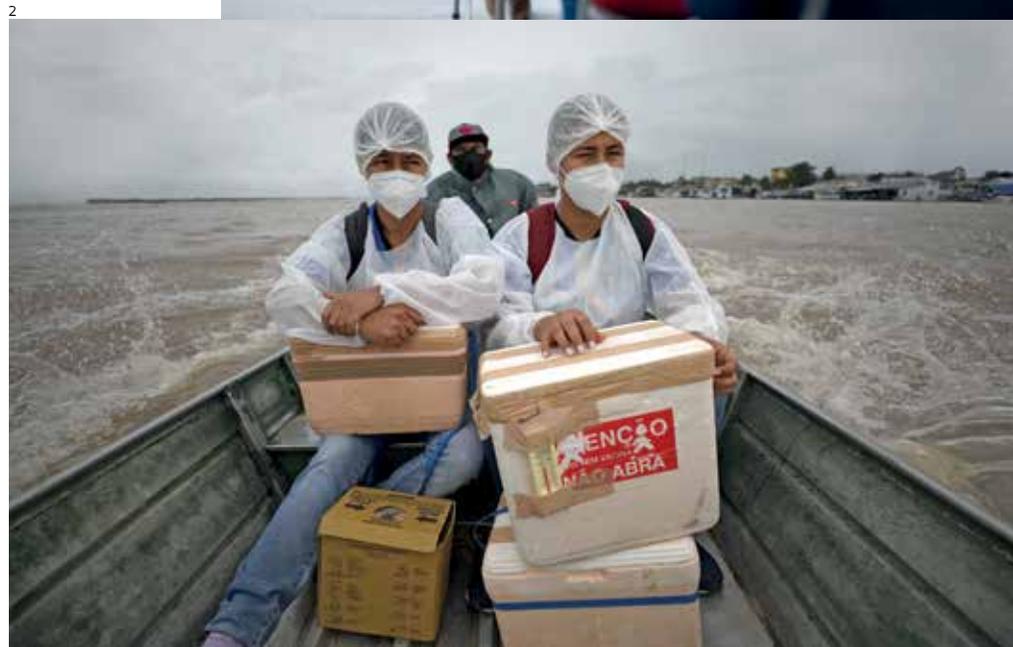
tar uma política de isolamento e uma atitude de desconfiança em relação à globalização”, informa Buss, da Fiocruz.

**E**m um esforço para tentar reverter as iniquidades no acesso a insumos, produtos e equipamentos, em 2021 o Banco Mundial, o Fundo Monetário Internacional (FMI) e a OMC se comprometeram a ofertar US\$ 50 bilhões para a OMS, que seriam investidos em programas para equalizar produção, oferta e distribuição de itens hospitalares, testes e vacinas. Desse montante, no âmbito da iniciativa, o G7, grupo dos países mais industrializados – Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Reino Unido e Japão –, ficou responsável por aportar US\$ 15 bilhões. Com o investimento, a ideia era imunizar 40% da população mundial ainda em 2021,

mas o objetivo não foi atingido, em decorrência da concentração de estoques em determinadas nações, por um lado, e da escassez de vacinas identificadas em 92 países, por outro. “Apesar do compromisso estipulado, o G7 acabou por doar efetivamente US\$ 1 bilhão à finalidade, valor muito abaixo da proposta inicial”, lamenta Buss.

Autor de análises sobre a cooperação entre nações da América Latina e do Caribe, o sociólogo Sebastian Tobar, do Cris/Fiocruz e assessor da Aliança Latino-americana de Saúde Global, também considera que os países têm respondido aos desafios impostos pela pandemia com “letargia diplomática” que contrasta com o alinhamento político registrado até a primeira década do século XXI. Resultado da tendência de enfraquecimento do multilateralismo, a Organização Pan-americana da Saúde (Opas) tem enfrentado a maior crise orçamen-

1  
Ao lado, fila para vacinação na cidade de Hanau, na Alemanha. Abaixo, enfermeiros transportam doses de imunizantes por um afluente do rio Amazonas



tária desde sua criação, há 119 anos, com impactos no protagonismo que deveria exercer na articulação da resposta regional de combate à pandemia. “Diferentemente de blocos regionais como a União Europeia ou a União Africana, que têm procurado negociar vacinas e estabelecer protocolos comuns para frear a expansão da pandemia, as iniciativas de integração regional da América Latina, como o Mercado Comum do Sul [Mercosul] e o Fórum para o Progresso da América do Sul, se limitaram a emitir comunicados e a apresentar propostas isoladas, com pouco potencial de impacto significativo no panorama epidemiológico da região”, sustenta o sociólogo. Segundo a Opas, até setembro do ano passado, cerca de 80 milhões de pessoas tinham sido infectadas pelo vírus e mais de 2 milhões morreram de Covid-19 nas Américas, o que representou 38% dos casos positivos e 46% das mortes globais no período.

Comparando a situação atual com a pandemia de gripe H1N1 em 2009, Tobar lembra do trabalho desenvolvido pela União de Nações Sul-americanas (Unasul), que possibilitou a aquisição conjunta de vacinas, estabelecendo um teto de preço e definindo os grupos prioritários na campanha de imunização. “Noventa e cinco por cento dos itens que nações da região necessitam para produzir medicamentos e vacinas são feitos em países de alta renda. A falta de união enfraquece o combate à pandemia”, constata. Até o início deste ano, 14 países latino-ameri-

canos registravam cobertura vacinal de 70%, enquanto em outros o percentual equivalente não passava de 40%, sendo a situação do Haiti uma das mais precárias. Lá, menos de 1% de sua população está totalmente imunizada.

#### RETOMADA DO MULTILATERALISMO

Apesar da falta de cooperação ter caracterizado as estratégias governamentais de controle da pandemia até meados de 2021, com o passar dos meses aumentou a percepção sobre a necessidade de articulação dos países para combater a disseminação do vírus. “Essa tendência tem incentivado o início da retomada das relações multilaterais”, afirma Onuki, da USP. Com o objetivo de compreender e acompanhar esse movimento, no início de 2022 ela passou a coordenar, em parceria com cientistas políticos da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), projeto financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para mapear como a cooperação internacional será reconstruída no pós-pandemia.

Além disso, algumas iniciativas conjuntas começaram a emergir ao final de 2021, especialmente a partir do trabalho de instituições científicas. Em setembro, por exemplo, a Comunidade de Estados Latino-americanos e Caribenhos (Celac) aprovou um plano para ampliar a autossuficiência sanitária e fortalecer capacidades produtivas para vacinas e medicamentos na região. Como parte da

iniciativa, a empresa Sinergium Biotech, da Argentina, e o Instituto de Tecnologia em Imunobiológicos da Fiocruz foram selecionados para criar dois centros para o desenvolvimento e produção de vacinas de RNA mensageiro (mRNA). “A definição dos centros permitirá ampliar a capacidade produtiva da região para que, uma vez prontas, as vacinas recebam autorização da OMS para serem distribuídas em países com pouco acesso a imunizantes, por meio de um fundo operado pela Opas”, ressaltou Tobar, da Fiocruz. De acordo com ele, no âmbito do Mercosul, outra iniciativa em curso é a discussão de critérios comuns para o trânsito entre fronteiras, incluindo padrões para o período necessário de quarentena e testes para entrada e saída desses países.

Tobar enfatiza que tanto o trabalho da Fiocruz quanto o do Instituto Butantan, que logo no começo da pandemia se associou ao laboratório chinês Sino-vac Biotech para conceber, desenvolver e testar uma vacina para combater a disseminação do vírus, fez com que o Brasil se tornasse um dos poucos países em desenvolvimento, em todo o mundo, a produzir um grande volume de imunizantes. Até o início de março, haviam sido entregues 250 milhões de doses de vacinas contra a Covid-19, a partir de matéria-prima importada. “O Brasil foi, ainda, um dos poucos países da América Latina a investir em processos de transferência tecnológica para produzir vacinas nacionais”, observa o sociólogo. Como resultado da iniciativa, em parceria com o laboratório anglo-sueco AstraZeneca, no mês de fevereiro a Fiocruz anunciou o início da produção da primeira vacina 100% nacional contra a Covid-19. Atualmente a instituição trabalha na qualificação do imunizante para ser oferecido à Covax Facility, mecanismo de solidariedade internacional, constituído pela OMS para melhorar a distribuição de vacinas. ■



Voluntários distribuem produtos de higiene e dão orientações sobre como se proteger do vírus Sars-CoV-2 no campo de refugiados de Barwako, em Mogadíscio, na Somália

#### Artigo científico

QUINTEIRO, M. E. M *et al.* Os direitos humanos na diplomacia da saúde: As lições trazidas da cooperação internacional no combate ao HIV/Aids para o enfrentamento à Covid-19. *Revista Jurídica*. v. 5, n. 62, p. 565-95. 2020.

#### Livros

BUSS, P. M e FONSECA, L. E. (orgs.). *Diplomacia da Saúde e Covid-19: Reflexões a meio caminho*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2020.

BUSS, P. M. e BURGER, P. (orgs.). *Diplomacia da saúde: Respostas globais à pandemia*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2021.

# QUATRO DÉCADAS COM OS MURIQUIS

Antropóloga norte-americana que tem contribuído para a recuperação de espécie de primata da Mata Atlântica formou quase 80 pesquisadores brasileiros

Maria Guimarães e Carlos Fioravanti | RETRATO Léo Ramos Chaves

**E**m 1982, ao visitar pela primeira vez as matas do município mineiro de Caratinga, a antropóloga norte-americana Karen Strier, então com 23 anos, encantou-se pelos muriquis-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*), espécie endêmica da Mata Atlântica e o maior macaco brasileiro. “São muito acrobáticos, carismáticos, charmosos”, como ela se lembrou, e exalavam um agradável cheiro de canela, por serem vegetarianos. Pacíficos, com os machos do mesmo tamanho que as fêmeas, os muriquis contrariavam os pressupostos de dominação que ela vira anos antes, na África, com os babuínos. Desde então, Strier divide seu tempo entre o trabalho como professora da Universidade de Wisconsin-Madison, nos Estados Unidos, e suas pesquisas de campo no Brasil.

Talvez pela acolhida calorosa dos primatas (os humanos inclusive) ou pelos ares tropicais da Mata Atlântica, em contraste com os rigores do inverno do norte de seu país natal, ela diz se sentir mais viva quando está em Minas Gerais. Os moradores de Caratinga prometem uma festa de homenagem a ela no próximo ano para comemorar seus 40 anos de estudo dos macacos ameaçados de extinção sobre os quais pouco se sabia quando ela chegou. A população teve uma recuperação notável, embora ainda longe de um patamar que assegure a continuidade da espécie.

Presidente da Sociedade Internacional de Primatologia até o início deste ano, ela voltou ao Brasil em fevereiro. Participou de uma reunião que deve resultar em um plano de recuperação dos muriquis das matas de São Francisco Xavier, distrito do município paulista de São José dos Campos, e depois, com outros primatólogos, foi à Comuna de Ibitipoca, em Lima Duarte, Minas Gerais, para rever os muriquis, com quem não se encontrava havia mais de seis meses. Foi do alojamento na Vila do Mogol, em Ibitipoca, que ela conversou, por plataforma de vídeo, com *Pesquisa FAPESP*, antes de voltar para Madison, onde leciona e vive com o marido, bioquímico, e um gato.

**IDADE** 62 anos

**ESPECIALIDADES**

Antropologia e primatologia

**INSTITUIÇÃO**

Universidade de Wisconsin-Madison, Estados Unidos

**FORMAÇÃO**

Graduação em sociologia/antropologia e biologia na Swarthmore College (1980), mestrado (1981) e doutorado (1986) em antropologia na Universidade Harvard, ambas nos Estados Unidos

**PRODUÇÃO**

144 artigos, 14 livros



### **Como foi a reunião em São Francisco Xavier no início de fevereiro?**

O pessoal da prefeitura de São José dos Campos entrou em contato porque tinha informações sobre miquis nas matas da região. Tinham lido meu livro *Faces na floresta* e queriam minha opinião. Normalmente são os próprios biólogos que começam os projetos de pesquisa de campo, mas nesse caso foi a comunidade local que nos chamou para desenvolver um plano de conservação com os primatas, principalmente os miquis. Veio a pandemia de Covid-19, mas continuamos trabalhando. Em junho de 2021, eu já tinha sido vacinada, vim para continuar minha pesquisa de longo prazo e ajudar meu colega Fabiano de Melo, da Universidade Federal de Viçosa, e avançar nas conversas sobre esse projeto em São Francisco Xavier. Retomamos agora em fevereiro, todos com máscara e a 2 metros de distância, com uma intensa participação pelo YouTube. A primeira coisa a fazer será entender melhor as populações dos primatas da região – o tamanho, a distribuição espacial e as conexões entre elas – para apoiar um plano de conservação. Fabiano pretende usar drones, como tem feito em outras áreas, para ver quantos primatas vivem lá.

### **Agora você está em Ibitipoca?**

Sim. O trabalho aqui é um complemento independente de minha pesquisa de longo prazo, que começou há 39 anos em Caratinga, também em Minas Gerais. É um dos projetos mais longos com primatas nas Américas, que permitiu a formação de quase 80 pesquisadores brasileiros. Há décadas um empresário rural daqui de Ibitipoca chamado Renato Machado entrou em contato comigo e com meus colegas Fabiano, Sérgio Lucena Mendes, diretor do Inma [Instituto Nacional da Mata Atlântica], e Leandro Jerusalinsky, do CPB [Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Primatas Brasileiros]. Havia aqui uma população pequena, com apenas quatro machos, depois ficaram só dois, precisando de reforço para se restabelecer. Eu já tinha visto em Caratinga que são as fêmeas que saem do grupo e os machos que ficam. Então, em um grupo isolado podem ficar só machos e não nascem mais filhotes. Nesse projeto, que chamamos de Miqui House e é coordenado por Fabiano e Fernanda Tabacow, procuramos fêmeas de outras

populações isoladas – quase todas tinham pelo menos uma tentando sair – e meus colegas trouxeram para conviver e se reproduzir com os machos do grupo. Em um ano, nasceu um filhote e o grupo está saudável. O plano é criar dois grupos para facilitar o intercâmbio genético das fêmeas. Em paralelo, há um projeto de restauração das matas em que os miquis vivem. Aqui são os miquis-do-norte, em São Francisco são os do sul.

### **Como era a pesquisa de primatas nos anos 1980, quando você começou a estudar os miquis?**

Nos Estados Unidos, para muitos biólogos que vão para a antropologia, os primatas são bons modelos para a compreensão do comportamento social e da evolução do ser humano; como somos primatas, há uma conexão evolutiva. Eu procurava um modelo animal para estudar como as variáveis ecológicas, como a dieta, poderiam influenciar o comportamento social e a hierarquia do grupo. Mas no início dos anos 1980 a maioria dos primatas estudados era da África e da Ásia, como babuínos, chimpanzés e gorilas. Nas Américas, os bugios foram os únicos estudados em campo com alguma persistência. Por coincidência, meu orientador em Harvard, Irven DeVo-



Entre os miquis, não há diferença de tamanho entre os sexos. O macho não pode ameaçar a fêmea porque não é maior

re [antropólogo norte-americano, 1934-2014], fazia a narração de um filme sobre miquis para o WWF [Fundo para a Natureza] realizado pelo [primatólogo norte-americano] Russell Mittermeier e me perguntou se eu queria ver o filme antes que fosse distribuído. Achei os animais muito interessantes e, em uma pesquisa na biblioteca, descobri que quase nada se conhecia sobre o comportamento dessa espécie, que já era criticamente ameaçada. Eu precisava descobrir qual era a dieta deles, a sazonalidade dos alimentos, prever o comportamento social e testar as ideias desenvolvidas com outros primatas. Em 1982, acompanhei Mittermeier em uma visita a Caratinga e ele me apresentou os miquis.

### **Como foi o primeiro encontro com eles?**

Foi na trilha da mata. Primeiro senti o cheiro deles, de canela, muito gostoso, porque são vegetarianos. Aí eu os vi. Eles são muito acrobáticos, carismáticos, charmosos. Gostei muito. Fiquei supercuriosa para entender como se comportavam e desde o início estava muito claro na minha cabeça que tudo que aprendesse poderia ser aplicado à sua conservação. Nesse ano fiquei pouco em Caratinga, mas depois voltei para ficar 14 meses coletando os dados da pesquisa de doutorado. Em 1983, não existia celular nem internet. Para fazer uma ligação era preciso ir à cidade e ficar na fila para usar o único telefone da região. As cartas demoravam quatro semanas para chegar. Os miquis eram diferentes, não eram primatas típicos. Em 1994 publiquei um artigo chamado “The myth of the typical primate” [O mito do primata típico], que trouxe uma nova perspectiva dos primatas em geral.

### **O que faz o miqui não ser típico?**

As pessoas calculam a dieta com base na proporção entre os alimentos. Então, se a maior proporção da dieta deles era de folhas, teriam de ser chamados de folívoros. Percebi que as folhas eram importantes, mas suplementares, porque todo o comportamento deles estava voltado ao que preferiam comer: frutos e flores. Isso mudou a interpretação de como a dieta deveria ser usada para interpretar o comportamento.

### **Algo mais fugia das previsões teóricas?**

Aos 19 anos, ainda na graduação, passei seis meses na África, participando de um



Nas trilhas da reserva próxima a Caratinga, Strier há 40 anos observa os miquis

projeto com babuínos. Por causa dessa experiência, eu tinha uma ideia de como deveria ser um primata típico. Entre os babuínos, o macho é duas vezes maior do que a fêmea, tem caninos enormes, são dominantes, têm hierarquias. São os machos que migram entre os grupos procurando as melhores situações para reproduzir. Já os miquis são monomórficos, ou seja, não há diferença de tamanho entre os sexos. O macho não pode ameaçar a fêmea porque não é maior. E não têm hierarquia, eles não brigam, a taxa de agressão entre os membros do grupo é muito baixa em comparação com outros primatas. Eles se abraçam muito. O comportamento sexual é aberto, macho e fêmea podem copular na frente dos outros ou uma fêmea pode copular com vários machos na sequência. Se não quiser outro macho, ela sai e ninguém vai atrás. São muito tranquilos. Com outros primatas, o macho líder é quem decide quem e quando vai copular.

### ***Você sabe por que eles são diferentes de outros primatas?***

Até hoje não sei dizer. Entendemos muito da biologia deles, da dieta e do comportamento social e sexual. Coletamos as fezes deles e extraímos estrogênios, progesterona e outros hormônios, para entender a

biologia reprodutiva. Conseguimos determinar que as fêmeas tinham ciclos de 21 dias e a gestação durava 7,2 meses. Vimos também que as fêmeas saem do grupo de nascimento no início da puberdade, antes de começar a copular, e demoram um pouco a se integrar em outros grupos. Entre os machos, os níveis de testosterona não têm muita variação. Depois fizemos as análises da paternidade também usando fezes e acompanhando mudanças na população, na demografia.

### ***Que mudanças ocorreram na população que você acompanhou?***

Quando comecei, havia dois grupos com cerca de 50 indivíduos. Concentrei-me no grupo principal, mas depois de cerca de 20 anos resolvemos estudar a população inteira. Hoje temos cinco grupos. De 1983 até 2015, a população foi de 50 para 356 indivíduos e está em recuperação. Uma das mudanças que observamos é que os animais andam sempre juntos quando o grupo é pequeno, mas se espalham quando o grupo aumenta e cresce a competição por comida, porque não cabe todo mundo nas árvores. Como a população cresceu e não há mata em volta, eles começaram a usar mais o chão, no começo para comer e depois para descansar. Esse comportamento se

espalhou dentro de um grupo e entre os grupos diferentes, provavelmente foi uma resposta adaptativa ao limite do espaço.

### ***Eles enfrentam outras dificuldades, além do desmatamento?***

Felizmente temos visto muita regeneração florestal, apesar do desmatamento. Mas os anos de 2014 e 2015 foram muito secos no Brasil, quase acabou a energia porque as hidrelétricas ficaram sem água. A mata também. Os miquis escavavam a lama para achar água. Em 2016 voltou a chover, mas chegou a febre amarela e em seis meses perdemos mais de 30 indivíduos, 10%. Os miquis sofreram uma mortalidade como nunca antes. Outras espécies das áreas que eu estudo, como bugios e saguis, também desapareceram. Infelizmente, nos últimos cinco anos, a população continua se reduzindo, não sei por quê. Estamos agora com mais ou menos 240 indivíduos, que ainda é cinco vezes maior do que era quando comecei. O crescimento populacional foi um resultado direto de condições demográficas favoráveis, ou seja, nascimentos a cada três anos, com mais fêmeas nascendo, e mortalidade baixa. Além disso, o proprietário da fazenda onde fica a reserva de Caratinga, Feliciano Miguel Abdala [1908-2000], proibiu a caça e preservou a floresta. Assim, os miquis estavam seguros, a floresta protegida e a população pôde crescer. Depois que o sr. Feliciano morreu, a família dele criou uma RPPN [Reserva Particular do Patrimônio Natural] com o nome dele.

### ***Em outubro de 2021, você publicou um artigo sobre o limite da resistência dos miquis. Qual é esse limite?***

Não sabemos ainda quais são os limites de resiliência dessa espécie. O que os miquis estão mostrando é que, se damos uma chance, eles são capazes de ajustar o comportamento e se adaptar a condições difíceis. Mas não significa que eles estejam seguros, temos de prestar atenção nessas mudanças e reunir mais informações. Com meus colegas e alunos, estou vendo as mudanças temporais dos miquis em Caratinga.

### ***Você tem uma relação pessoal com os miquis?***

Os miquis de Caratinga são como pessoas que eu conheço, mas hoje em dia menos, porque o último indivíduo do

grupo original faleceu alguns anos atrás; eles podem viver mais de 40 anos. Agora estão lá os filhos, netos e bisnetos deles, e muitos outros pesquisadores passaram por lá nas últimas décadas. Os animais foram meus companheiros durante muitos anos e não tenho dúvida de que eles me reconheciam. Quando eu entrava na mata com um visitante, eles tentavam me abraçar e ameaçavam atacar a outra pessoa.

### **Como foram seus primeiros tempos de pesquisa no interior de Minas Gerais?**

Da primeira vez, fui só visitar. Quando voltei, no doutorado, vim com financiamento e visto para fazer pesquisa. O Brasil tem um sistema que requer que pesquisadores estrangeiros tenham uma contrapartida, um colaborador local. No meu caso, a pessoa responsável por mim era o Célio Valle, professor da UFMG [Universidade Federal de Minas Gerais], agora aposentado. Ele me facilitou conhecer seu laboratório e as pessoas da área, como o Ademar Coimbra Filho [1924-2016], primeiro diretor do Centro de Primatologia no Rio de Janeiro; sempre que eu ia ao Rio passava na casa dele. Ele e outras pessoas pioneiras na conservação da Mata Atlântica me acolheram e me ajudaram muito. Em 1983, na base de pesquisa em Caratinga, conheci Sergio Lucena, eu fazia doutorado com muriquis e ele mestrado com bugios. Depois minha contrapartida foi Gustavo Fonseca, que também era professor na UFMG, mudou-se para os Estados Unidos e foi trabalhar na Conservação Internacional; hoje ele está na GEF [Global Environment Facility]. Depois passei para o Sérgio, minha contrapartida até hoje. Mais recentemente incluímos Fabiano de Melo para ter uma segunda pessoa, porque é muito trabalho, além de minhas outras colaboradoras, Carla de Borba Possamai e Fernanda Tabacow, que começaram como bolsistas no projeto em 2001 e 2005. Desse modo, tive oportunidade de colaborar com estrelas da primatologia e da conservação ambiental no Brasil e desde o início me senti parte de um grupo maior. Era um projeto de longo prazo, eu que trazia o financiamento, mas não poderia ter feito nada sem a colaboração dos colegas brasileiros.

### **Es moradores da região?**

Sempre me trataram muito bem. No início dos anos 1980 muitos brasileiros

nunca tinham encontrado americanos, e chamava a atenção uma mulher solteira, com 23 anos, vinda de outro país para morar na mata sozinha por 14 meses. Muitos moradores passavam na casa de pesquisa só para me olhar; uma das mulheres queria pegar em meu cabelo, mesmo nada tendo de especial. O sr. Feliciano passava todo dia na casa de pesquisa para perguntar se eu estava bem, mas normalmente estava na mata trabalhando. Aos poucos fui fazendo outras amizades, ia às festas, aos batismos e aos casamentos, até aprendi a tomar cachaça. Alguns dos meus maiores amigos são brasileiros.

### **Quais os planos, agora?**

Queremos envolver cada vez mais os moradores e as escolas das regiões em que trabalhamos, para manter redes de comunicação entre as crianças e usar o interesse das pessoas na conservação e no monitoramento das áreas em que os primatas vivem. Recentemente, com Marcello Nery, presidente do MIB [Instituto Muriqui de Biodiversidade, organização não governamental sediada em Caratinga], fizemos um projeto de ciência cidadã para entender mais sobre os primatas na região da reserva. Construímos um calendário com fotos das quatro espécies de macacos da região e pedimos



Com um projeto de longo prazo conseguimos ver quais comportamentos são mais resistentes ou mais flexíveis

para os moradores marcarem se virem ou ouvirem algum. Depois descobrimos que nem foi necessário fazer as visitas mensais, porque as pessoas podiam avisar o que viram pelo WhatsApp.

### **A teoria unificada sobre ecologia comportamental permite que se estude insetos e primatas da mesma maneira?**

Não, não se estuda animais diferentes da mesma maneira. Para aproveitar um estudo é preciso adaptar os métodos às espécies, às condições e às perguntas norteadoras de seu trabalho. Os princípios têm uma continuidade, porque vêm da seleção de parentesco, da ecologia evolutiva e da sociobiologia. Pelo menos entre as espécies sociais, como primatas e formigas, existe muito mais variação de comportamento do que foi previsto. Mas não é possível comparar os conceitos de individualidade dos primatas com os de ratos, formigas ou outras espécies que não têm vidas tão longas como os primatas. As vidas dos ratos ou formigas podem ser complexas, mas primatas têm mais oportunidades para aprender e responder a novidades. Esses aspectos dos primatas, relacionados às suas histórias de vida e habilidades cognitivas, que os tornam tão interessantes, tanto quanto outros animais de vida longa como os elefantes. Essa é uma das maiores contribuições do estudo do comportamento de longo prazo dos muriquis. Com um projeto de longo prazo conseguimos ver quais componentes de comportamento são mais resistentes e quais mais flexíveis, o que ajuda muito a planejar o manejo das populações. Junto à compreensão maior da flexibilidade do comportamento, que construímos ao longo desses anos, veio o reconhecimento de que, na maioria dos casos, estamos estudando animais em ambientes que não são os originais, mas adaptados.

### **Adaptados ou degradados?**

Quando disse que iria estudar os muriquis em Caratinga, meus colegas dos Estados Unidos perguntaram: “Tem certeza? Você vai estudar os muriquis em um lugar que foi muito perturbado, um fragmento, como vai entender o comportamento evolutivo deles?”. Os muriquis-do-norte vieram da Mata Atlântica antiga, do sul da Bahia, Espírito Santo e Minas Gerais, hoje bastante fragmentada e desmatada. Ou seja: os primatas estão hoje perto de plantações e de cidades,



Com Feliciano Abdala, em Caratinga, em 1988

até mesmo, no caso dos muriquis-do-sul [*Brachyteles arachnoides*], sob risco da caça. Mas esse é um problema dos primatas do mundo inteiro. Temos de tomar cuidado nas observações porque não temos certeza como eram as condições originais, e isso faz um cientista se sentir muito humilde, ao admitir que não tem uma previsão. Agora, e isso desde recentemente, podemos dizer com certeza que o muriqui-do-norte e o muriqui-do-sul são espécies diferentes. As análises genéticas mostram diferenças entre os dois, que podem ter surgido em épocas diferentes, uns 2 milhões de anos antes que o outro. É uma diferença genética semelhante à que existe entre o chimpanzé e o bonobo, na África.

#### ***Você tem estudantes permanentemente estudando os muriquis?***

Sim. Consegui financiamento da National Science Foundation, National Geographic Society, Margot Marsh Biodiversity Foundation, várias sociedades zoológicas, da própria Universidade de Wisconsin-Madison, do CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico] e da Capes [Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior] não só para trazer meus alunos dos Estados Unidos, mas também para treinar e formar alunos brasileiros com o pensamento que os muriquis são patrimônio brasileiro. Muitos biólogos aqui queriam estudá-los, mas não conseguiram por falta de financiamento ou treinamento. Temos bolsas, então anualmente temos

duas, três ou quatro pessoas no meu projeto, que têm a oportunidade de coletar dados para seus mestrados e, mais para a frente, produzir estudos científicos que deem subsídios à conservação. Contribuir dessa maneira me dá uma grande satisfação. Os muriquis também colaboraram com o treinamento e a formação da próxima geração de pesquisadores. Os que começaram comigo como bolsistas hoje têm projetos em outros lugares, como no Parque Nacional de Caparaó [na divisa entre os estados do Espírito Santo e Minas Gerais], no Paraná e agora, sob orientação de Fabiano, Carla e minha, em São Francisco Xavier.

#### ***Seu trabalho na Sociedade Internacional de Primatologia contribuiu para a pesquisa feita no Brasil?***

Meu mandato devia ter terminado em agosto de 2020, mas por causa da Covid-19 nosso congresso [em que se deveria trocar a presidência da sociedade] foi adiado. Por causa disso presidi a Sociedade Internacional de Primatologia por mais anos do que qualquer outro presidente anterior, cinco anos e meio. Ao mesmo tempo um brasileiro, Leandro Jerusalinsky, era presidente da SLAPrim, Sociedade Latino-americana de Primatologia. Pudemos trabalhar mais próximos e tínhamos o contato casual por nos conhecermos há muito tempo. Então os primatólogos brasileiros naturalmente tiveram bastante espaço na sociedade internacional porque se sentiam à vontade para me procurar. Agora, um dos

vice-presidentes e a secretária-geral da sociedade são brasileiros. Eu podia ajudar no sentido de dar uma plataforma maior para pessoas que já estavam superativas, reconhecendo e divulgando o que fazem. Temos uma equipe de brasileiros espetacular, não duvido que um deles venha a ser presidente em alguns anos. Os brasileiros se destacam na primatologia internacional.

#### ***Em 2020 você recebeu um prêmio importante sobre conservação da Mata Atlântica, o Prêmio Muriqui. Demorou, não é?***

Também achei! Estou brincando. Mas entre os premiados anteriores que conheço, acho que todos mereceram, então não posso dizer que eu deveria ter ganhado antes. Poucos estrangeiros ganham, o que me fez sentir mais agradecida ainda. Senti que meus colegas brasileiros estão até hoje me cuidando. Me senti muito honrada com esse prêmio, que se deve às colaborações de longo prazo que fiz com meus colegas brasileiros.

#### ***Já sentiu vontade de voltar à África, onde teve sua primeira experiência primatológica?***

Não para fazer pesquisa. A única outra vez que voltei à África foi no Quênia, faz alguns anos. Na abertura de um congresso, eu disse que tinha estado lá aos 19 anos como estudante e nunca pensei que voltaria, tantos anos depois, como presidente da Sociedade Internacional de Primatologia. Quando eu estava escrevendo meu doutorado, concorri a um financiamento para estudar primatas na Ásia. Era bem disputado, fui selecionada, mas desisti da bolsa de 14 meses, com treinamento de graça em outra língua, para voltar ao Brasil e continuar estudando muriquis. Aqui me “casei” com os muriquis e não pensava em sair. Às vezes, sinto que tenho duas vidas, uma aqui e outra nos Estados Unidos. Aqui me sinto mais viva, mas lá é onde eu dou aulas e tenho todas as responsabilidades do dia a dia na minha universidade. Pode ser que me sinta mais viva também porque agora está fazendo zero grau na minha cidade e aqui é verão, com muito sol. ■

**CAPA**

**POR UMA  
PECUÁRIA COM  
MENOS  
CARBONO**

## Dono do maior rebanho comercial bovino do mundo, o Brasil enfrenta o desafio de mitigar as emissões de gases de efeito estufa associadas ao setor

Domingos Zapparoli e Yuri Vasconcelos

Situada em Rondônia, próximo à divisa com Mato Grosso, a fazenda Corumbiara abriga em seus 16,8 mil hectares (ha) 16 mil cabeças de gado nelore, a principal raça de corte do país. Até seis anos atrás, a propriedade sofria com a baixa produtividade e adotava poucas práticas de sustentabilidade ambiental. Tinha o pasto degradado, com erosão crescente, e o rebanho bebia água em mananciais situados em suas Áreas de Preservação Permanente (APP), reservas legais de vegetação natural que não devem ser acessadas pelos animais.

A mudança veio com a adoção de um sistema produtivo que promove a integração da lavoura com a pecuária (ILP), sistematizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) nos anos 1990. O ILP preconiza a rotação entre atividades agrícolas e pecuárias em uma mesma área com o objetivo de aumentar a eficiência de uso dos recursos naturais e reduzir o impacto ambiental das atividades. A lavoura e os pastos bem manejados podem sequestrar carbono da atmosfera, compensando as emissões do gado – o rebanho bovino é um grande gerador de metano (CH<sub>4</sub>), um dos gases de efeito estufa (GEE) responsáveis pelo aquecimento global.

O resultado não demorou a aparecer. Hoje, cada tonelada de carne produzida pelos animais de Corumbiara gera 11,5 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e). Embora ainda considerado alto, o volume é cerca de 40% inferior à média mundial, estimada em 19,9 tCO<sub>2</sub>e – dióxido de carbono equivalente é uma medida usada para representar em forma de CO<sub>2</sub> os gases de efeito estufa. Os dados são de um estudo pioneiro no país da organização não governamental Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (Imaflora), que fez a mensuração do balanço de carbono entre fornecedores do frigorífico Minerva Foods na América do Sul.

A Corumbiara tem hoje 1.850 ha dedicados ao sistema ILP, o que equivale a 22% dos 8.400 ha de área útil da propriedade destinada à agrope-

cuária – o restante da fazenda, por lei, não pode ser explorado. Outros 1.250 ha da área útil correspondem às APP cercadas e em recuperação com plantio de vegetação nativa. O consórcio entre lavoura e pecuária funciona assim: em setembro é plantada soja, que depois de colhida é comercializada. Em fevereiro, é a vez do milho, combinado com um capim de alta digestibilidade, *Brachiaria ruziziensis*. O milho é colhido em maio e gradativamente usado como ração, complementando a dieta baseada no capim. A combinação sustenta os animais no período seco, de junho a agosto, quando a área de ILP é liberada para o gado.

Além de absorver carbono, o capim permite que a produção na área seja intensificada, com três cabeças de gado ocupando cada ha, enquanto a média em outros espaços da fazenda é de 1,5 cabeça por ha. A boa alimentação na seca acelera a engorda dos animais na área de ILP, que chegam ao peso ideal para abate em 22 meses, cerca de um ano a menos do que o padrão. Quanto menor o tempo de vida do boi, mais baixa a emissão de GEE por quilo (kg) de carne produzida.

O plantio do capim traz outros benefícios. Suas raízes e as sobras da pastagem incorporam matéria orgânica ao solo e, com isso, estocam carbono. Ao mesmo tempo, ajudam a descompactação do pisoteio do gado, promovendo melhor reciclagem dos nutrientes da terra. “O ILP é um sistema que gera produtividade e sustentabilidade”, destaca o engenheiro-agrônomo Fábio Souza, gestor da Corumbiara. “Nos próximos dois anos, vamos ampliar para 4 mil ha a área de ILP. Queremos reduzir ainda mais nosso impacto ambiental.”

### O PESO DO METANO

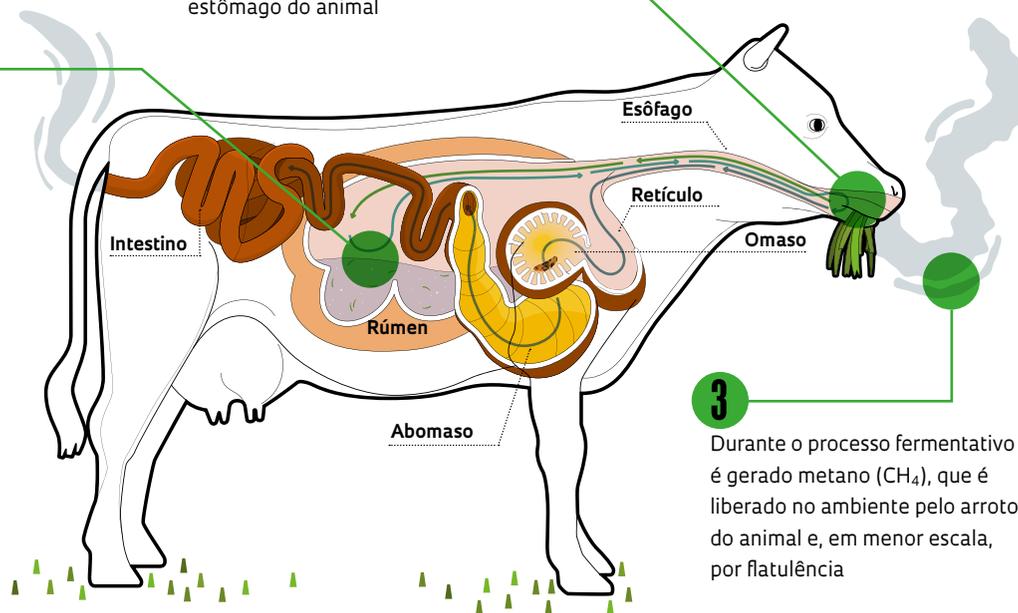
O sistema produtivo que associa a criação de gado com o cultivo agrícola ou com o plantio de árvores (IPF) – e, numa versão mais ampla, com lavoura e floresta (ILPF) – é uma das soluções que já vêm sendo usadas no país para tornar a pecuária mais amigável ao ambiente. O Brasil detém o maior rebanho comercial bovino do mundo, de 218 milhões de animais, à frente da China e dos

Área integrada de pasto e floresta na Fazenda Canchim, da Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos (SP)

# FÁBRICAS DE METANO

O processo digestivo dos bovinos gera um dos gases mais nocivos ao clima do planeta

2 Os microrganismos conseguem quebrar a celulose e a hemicelulose presentes na fibra, assim como outros carboidratos não fibrosos, por meio da fermentação. Os carboidratos são convertidos em ácidos graxos voláteis (ácido acético, propiônico e butírico), que são as principais fontes de energia do bovino



A pecuária também libera outro gás de efeito estufa, o **óxido nítrico (N<sub>2</sub>O)**. Ele é formado por meio da transformação microbiana de compostos nitrogenados presentes em dejetos animais (fezes e urina) depositados no pasto

FONTE: FLÁVIO PORTELA SANTOS / "GASES DE EFEITO ESTUFA E A SUSTENTABILIDADE DE FAZENDAS DE PRODUÇÃO DE CARNE BOVINA", DE JOÃO JOSÉ ASSUMPTÃO DE ABREU DEMARCHI, INSTITUTO DE ZOOTECNIA

Estados Unidos. Em 2020, liderou o ranking de exportação de carne, com 2,2 milhões de toneladas (t), 14% do mercado global.

Importante fonte de divisas, a pecuária está na mira do movimento ambientalista em razão dos elevados volumes de GEE, principalmente CH<sub>4</sub>, que lança no ar. Fruto do processo digestivo dos ruminantes, conhecido como fermentação entérica, o metano é gerado no rúmen, um dos quatro compartimentos do estômago dos bovinos, e liberado majoritariamente por meio do arrotto ou eructação (ver infográfico acima). Seu potencial para elevar a temperatura global num curto espaço de tempo, como 20 anos, é 80 vezes superior ao do CO<sub>2</sub> – no horizonte de 100 anos, é 28 vezes maior. O desmatamento da floresta amazônica, para extração e venda de madeira de modo a abrir espaço para pastagens e lavouras, também colabora indiretamente para as emissões de carbono pelo setor agropecuário. Outro gás gerado pela criação de gado é o óxido nítrico (N<sub>2</sub>O), resultado da deposição de dejetos animais nas pastagens. A aplicação de fertilizantes nitrogenados em lavouras para corrigir a acidez do solo também libera o gás.

As emissões de GEE no país somaram 1.467 teragramas (Tg) de CO<sub>2</sub>e em 2016 – um Tg equivale a 1 milhão de toneladas. O dado consta do relatório “Quarta Comunicação Nacional do Brasil à UNFCCC [Convenção-Quadro das Nações Unidas

sobre Mudança do Clima]”, divulgado pelo governo brasileiro em 2020. A agropecuária é o setor que mais emite GEE, com 33% do total, sendo que o subsetor fermentação entérica, que contabiliza o metano liberado por ruminantes (bovinos, búfalos, caprinos e ovinos), representou 19% do total. A bovinocultura, sozinha, foi responsável por 97% das emissões da pecuária. Contas feitas, o arrotto do gado foi a causa de 18,5% dos GEE gerados no país (ver infográfico na página 32).

**N**o ano passado, durante a Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas, a COP26, realizada em Glasgow, na Escócia, o Brasil aderiu, com cerca de 100 países, ao Compromisso Global sobre o Metano. Essas nações concordaram em reduzir em 30% as emissões do gás até 2030, tendo como base o ano de 2020. Para cumprir o tratado, o país terá obrigatoriamente que tornar sua pecuária mais limpa.

“É um desafio considerável, mas há condições de cumprir a meta firmada na COP26. Temos hoje 165 milhões de ha de pasto e grande espaço para manejar essas áreas a fim de torná-las mais sustentáveis”, avalia o engenheiro-agrônomo Flávio Augusto Portela Santos, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de

São Paulo (Esalq-USP), especialista em produção e nutrição de bovinos.

Segundo o pesquisador, o Brasil dispõe de várias tecnologias para tornar a pecuária uma atividade mais eficiente e com menor emissão de carbono. Além do sistema ILP e suas variantes, já implantados em estimados 16 milhões de ha de pasto, os pecuaristas podem recorrer a técnicas para fazer o correto manejo da pastagem e a suplementação alimentar com aditivos a fim de reduzir a geração de metano (ver reportagem na página 34). O melhoramento genético do pasto, para produzir capim mais facilmente digerível, e dos bovinos, para que atinjam mais cedo o peso para o abate (ver Especial 50 anos FAPESP), também são soluções possíveis.

“As pesquisas avançaram muito nos últimos anos. Agora, é preciso que esse conhecimento chegue ao campo e as tecnologias sejam aplicadas em maior escala no processo produtivo”, ressalta Santos, que liderou um projeto apoiado pela FAPESP sobre suplementação de bovinos em pastagem tropical.

Uma das linhas atuais de investigação do agrônomo é o processamento de milho e sorgo para melhorar a eficiência alimentar e reduzir o metano gerado por quilo de carne e litro de leite produzidos. Outro estudo, em parceria com a multinacional do setor agrícola Syngenta, tem como foco um milho geneticamente modificado, dotado de uma enzima, a amilase, que ajuda o animal a digerir melhor o grão. “Com uma digestão mais eficaz, conseguimos reduzir a geração de metano”, explica.

#### ESTRATÉGIAS PARA MITIGAR

Especialista em mitigação de emissão de GEE em sistemas de produção de ruminantes, o engenheiro-agrônomo Guilherme Congio também defende ser possível tornar a pecuária brasileira mais amigável ao clima do planeta. “Diversas pesquisas feitas no país nos últimos anos indicam que a adoção de tecnologias pelo setor pode compensar suas emissões, ao sequestrar mais gases de efeito estufa do ambiente do que emite”, destaca.

Doutor pelo Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens da Esalq-USP, Congio foi um dos coordenadores de um projeto internacional de pesquisa, o Latin America Methane Project (Lamp), concluído no ano passado, que fez uma meta-análise de 34 estratégias potenciais para mitigação de metano entérico. Essas soluções foram divididas em três grupos: melhoramento genético animal, nutrição e manipulação do rúmen.

“Das 34 estratégias avaliadas, 16 reduziram a taxa de ao menos uma métrica relativa à emissão do gás sem comprometer a produção animal. Dessas, três diminuíram as emissões absolutas de metano pelo gado, medidas em gramas por dia, e 13 reduziram a emissão do gás de forma relativa, em gramas de metano por kg de carne ou litro de leite produzido ou por kg de alimento ingerido

pelo animal”, explica Congio. O projeto teve a participação de cerca de 80 pesquisadores de 26 instituições de oito países da América Latina e Caribe. Os resultados foram divulgados no *Journal of Cleaner Production*, em agosto de 2021.

O pesquisador explica que, grosso modo, as soluções para tornar a pecuária mais sustentável podem focar tanto na redução das emissões de metano entérico pelo gado e de óxido nitroso pelo solo e dejetos dos animais, quanto no sequestro de carbono do ambiente, compensando o lançamento de GEE pelo setor. O uso de aditivos na alimentação animal é um exemplo do primeiro grupo, enquanto o plantio de florestas junto ao pasto, do segundo. “Embora a pecuária responda por uma fração considerável das emissões brasileiras, as pastagens manejadas de maneira correta e sistemas integrados de produção com inclusão de árvores têm grande capacidade de sequestrar CO<sub>2</sub> da atmosfera”, diz Congio. Para compensar a emissão de um 1 kg de metano liberado pelos animais, é preciso remover 28 kg de CO<sub>2</sub> do ambiente.

O cientista do clima Alexandre Costa, da Universidade Estadual do Ceará (Uece), questiona os esforços que o país tem feito para reduzir a pegada de carbono da indústria da carne e defende que o setor precisa rever sua extensão. “O modelo brasileiro não é sustentável”, afirma. Costa foi um dos autores do primeiro relatório do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) e lembra que a agropecuária tem crescido em extensão de terra em biomas como o Cerrado e a Amazônia, causando destruição. “Como sabemos, desmatamento implica emissões de CO<sub>2</sub>.”

Um estudo brasileiro, cujos resultados foram publicados na revista científica *Communications Earth & Environment*, em 2001, mostrou que a Amazônia produz 8% do metano do planeta, sendo que 11% desse volume é gerado pela pecuária (ver Pesquisa FAPESP nº 312).

O empenho para descarbonizar a pecuária brasileira não é de hoje. Há mais de duas décadas universidades e centros de pesquisa se dedicam a encontrar soluções

Em laboratório da Esalq-USP, dois momentos de experimento que avalia ingredientes nutricionais com potencial para diminuir a emissão de metano por bovinos



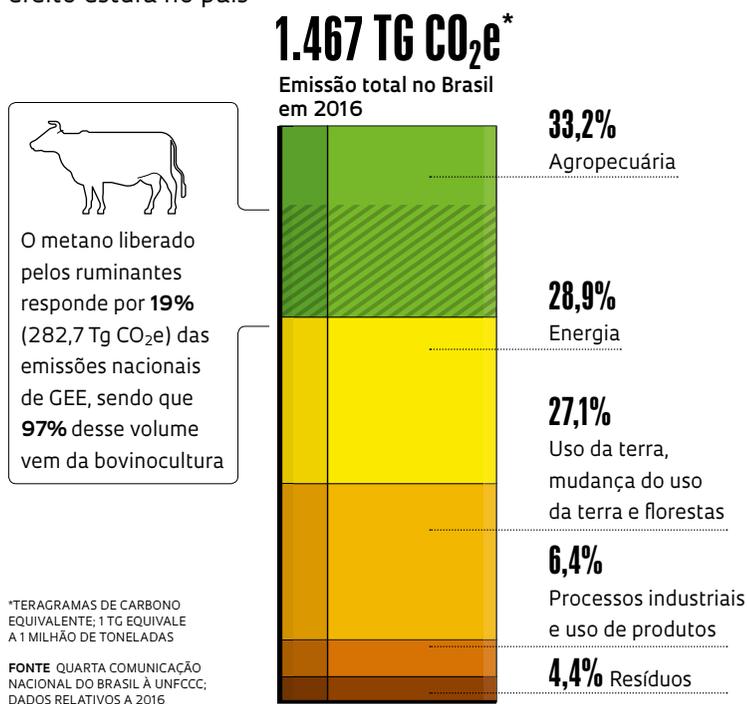
para o problema e em 2010 o governo lançou o Plano ABC – Agricultura de Baixa Emissão de Carbono. Elaborado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), foi criado para levar tecnologias sustentáveis e produtividade ao campo. O sistema ILPF e suas variantes, assim como a recuperação de pastagens degradadas e o tratamento de dejetos animais, integravam o programa e viraram políticas públicas.

Como explica a zootecnista Fernanda Garcia Sampaio, da Coordenação-geral de Mudança do Clima e Agropecuária Conservacionista do Mapa, a ação do governo se divide no apoio ao desenvolvimento das tecnologias, na promoção de assistência técnica capaz de levar as inovações até os produtores e na oferta de financiamento. Em 10 anos, o Plano ABC concretizou 38 mil contratos de crédito voltados à adoção de práticas mais sustentáveis no campo, totalizando R\$ 32 bilhões.

Para o período 2020-2030, o plano, rebatizado de ABC+, incorporou novas práticas, entre elas a terminação intensiva, que reduz o tempo de engorda do animal para o abate. O objetivo é ampliar em 72 milhões de ha a área agropecuária com as tecnologias do plano – hoje são perto de 50 milhões de ha – e alcançar uma capacidade de mitigação estimada em 1,1 bilhão de tCO<sub>2</sub>e até 2030.

## O PESO DA PECUÁRIA NO AQUECIMENTO GLOBAL

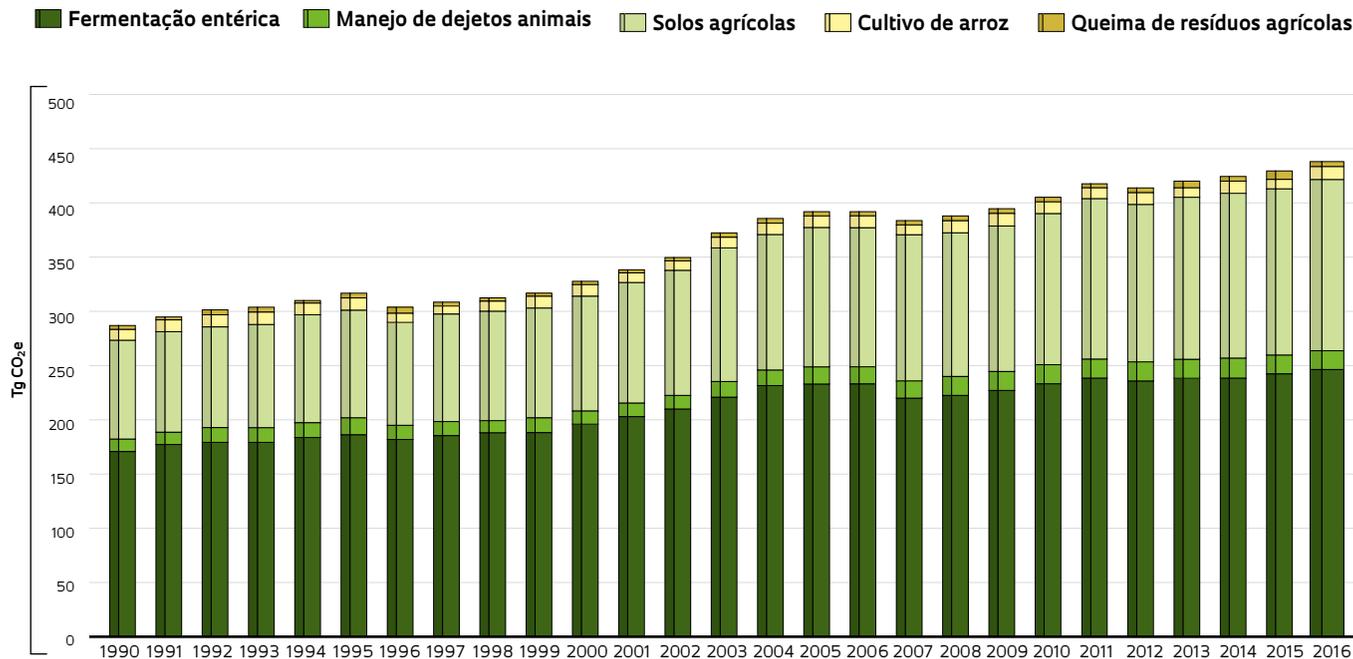
Rebanho bovino é um dos principais geradores de gases de efeito estufa no país



Rebanho em fazenda de Minas Gerais: cerca de metade da área de pastagem do país encontra-se em mau estado

# EVOLUÇÃO DAS EMISSÕES DO SETOR AGROPECUÁRIO

O maior volume de gases é o metano, fruto da fermentação entérica do gado



FONTE ESTIMATIVAS ANUAIS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO BRASIL, 2020

O ABC+ projeta uma expansão do sistema ILPF em mais 10 milhões de ha no período. Caso seja bem-sucedido, o consórcio entre lavouras, florestas e pecuária responderá por cerca de 23% dos 112 milhões de ha de área de pastagens plantadas no Brasil. Cada ha onde é implementado o ILPF tem potencial de remover, em média, 3,79 tCO<sub>2</sub>e da atmosfera por ano.

**U**ma pesquisa coordenada pelo engenheiro-agrônomo José Ricardo Pezzopane, da Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos (SP), comprovou os benefícios para o clima global do plantio de eucaliptos em um sistema produtivo ILPF. As mudas foram plantadas em 12 ha em linhas simples e espaçamento de 15 metros (m) entre as linhas e 2 m entre as árvores, gerando uma densidade de 333 eucaliptos por ha. “Os eucaliptos acumularam 65 toneladas de carbono por ha ao longo de oito anos, até o corte, gerando 225 metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de madeira – uma fonte extra de renda ao pecuarista. Um artigo detalhando o estudo foi divulgado no ano passado no periódico *Agriculture, Ecosystems & Environment*.

Segundo Pezzopane, a escolha das espécies de árvores plantadas em um sistema de ILPF

depende de vários fatores relacionados à busca de benefícios ambientais, econômicos e sociais. “Temos muitas possibilidades de escolha entre espécies nativas e exóticas, assim como de densidade de plantio [número de árvores por hectare]”, destaca. Alguns tipos de árvore, como frutíferas ou castanheiras, permanecem, em tese, mais tempo no ambiente e podem absorver mais carbono do que as espécies destinadas ao corte.

A estratégia de produção ILPF também está sendo adotada fora do país. Austrália e Nova Zelândia são exemplos. Nesses dois países da Oceania o sistema é parte importante nas políticas que estão sendo implantadas para zerar as emissões líquidas de carbono na pecuária até 2050.

Outros grandes produtores globais de carne investem para tornar suas pecuárias mais limpas. Em novembro de 2021, a administração Joe Biden, dos Estados Unidos, lançou um ambicioso plano de ação que tem como uma de suas metas descarbonizar a pecuária do país. Os Estados Unidos também lideram a Iniciativa Global para o Metano, uma colaboração internacional, da qual o Brasil faz parte, com a finalidade de mitigar a emissão do gás em vários setores da economia, inclusive o agropecuário. ■

Os projetos e os artigos científicos consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.

**CAPA**

# **FOCO NA PASTAGEM E NA NUTRIÇÃO**



## Manejo eficiente do pasto e mudanças na alimentação do rebanho são estratégias para reduzir o impacto do setor no clima do planeta

**O** modelo pecuário predominante no Brasil – o de criação de bovinos em grandes áreas de pastagem plantadas ou naturais – oferece, segundo especialistas, vasto potencial para mitigação de gases de efeito estufa (GEE) por meio da fotossíntese do pasto. Por outro lado, esse sistema, quando mal gerido, resulta em baixa produtividade e degradação da terra e, conseqüentemente, na necessidade de obtenção de novas áreas pastoris. A estimativa é de que por volta de 82 milhões de hectares (ha) de pastagem no país, cerca de metade do total, apresentem algum grau de degradação.

Um dos caminhos mais promissores para reduzir as emissões de GEE no campo é fazer uma gestão mais eficiente do solo e do pasto. “Um manejo inadequado das pastagens, principalmente pela falta de ajuste de lotação [quantidade de animais por ha] em razão da oferta de forragem, associado à falta de adubação de reposição e de suplementação da dieta dos animais nos períodos de escassez de forragem são os principais fatores que aumentam as emissões de gases de efeito estufa e a degradação dos solos, que também contribui para liberação de CO<sub>2</sub> [dióxido de carbono]”, avalia o zootecnista Ricardo Andrade Reis, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Jaboticabal.

O pesquisador coordena um projeto financiado pela FAPESP que estuda estratégias de manejo para redução de impactos ambientais em sistemas de produção de bovinos de corte. “O manejo de pastos, de forma a evitar o alongamento dos caules e a produção de folhas com alto teor de fibra de baixa digestibilidade, tem sido usado com sucesso nas pesquisas que temos feito”, diz Reis. “A emissão de metano [CH<sub>4</sub>] entérico tem alta relação com a ingestão de forragem rica em fibra, o que leva ao desenvolvimento de organismos metanogênicos [que geram metano] no rúmen.” Artigo com resultados do projeto foi divulgado no periódico *Agronomy*, em 2020.

Um estudo feito pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), com apoio da FAPESP, também concluiu que a criação de gado em que são feitos o manejo adequado do pasto e a boa ocupação de animais por ha pode apresentar sequestro de carbono. A pesquisa, detalhada no periódico científico *Animal*, em 2020, mostrou que cada novilhão – o animal jovem na fase de crescimento – criado nesse sistema proporcionou um impacto positivo ao meio ambiente equivalente ao obtido com o crescimento anual de seis árvores de eucalipto.

Segundo a engenheira-agrônoma Patrícia Perondi Anchão Oliveira, coordenadora do trabalho, o desempenho foi obtido em um sistema produtivo no bioma Mata Atlântica, no qual uma área de pastagem anteriormente degradada foi recuperada com corretivos químicos e fertilizantes. A área foi ocupada com 3,3 unidades animais (UA) por ha – uma unidade animal corresponde a 450 quilos de peso vivo. O balanço de carbono levou em conta as emissões de GEE dos animais e da fabricação e aplicação dos fertilizantes.

Em uma área degradada, onde não são utilizados corretivos e fertilizantes, e com ocupação de 1,4 UA/ha, é necessário o plantio de 64 árvores para abater as emissões de cada novilhão criado no local. “A pecuária praticada com o manejo adequado do pasto e de sua ocupação pode até gerar crédito de carbono, enquanto a criação de animais em área degradada é um sistema com baixo desempenho econômico e de alto impacto ambiental”, compara Anchão.

Investigações recentes feitas na Esalq, com suporte da FAPESP, também revelaram os benefícios de uma pastagem bem cuidada. “Estudo do nosso grupo focado em gado leiteiro demonstrou que é possível aumentar em 15% a produção diária de leite por vaca, elevar a taxa de lotação do pasto em 33% e ampliar a produção de leite por ha por dia em 51% apenas colocando os animais no momento certo para a realização do pastejo [altura adequada da pastagem]”, diz o engenheiro-agrônomo Sila Carneiro da Silva, um dos coordenadores do estudo.

Além disso, segundo Silva, constatou-se uma redução de 21% na intensidade de emissão de me-

tano entérico pelas vacas – em gramas de CH<sub>4</sub> por litro de leite – e uma diminuição na taxa de emissão de óxido nitroso pelo solo da ordem de 40% quando comparado ao manejo de pastagem de forma não adequada. “Corrigir o momento de colocar e tirar os animais do pasto é tecnologia de custo zero, pois não implica novos investimentos”, declara Silva. Artigos com os resultados da pesquisa, realizada como parte do doutorado do engenheiro-agrônomo Guilherme Congio, foram divulgados na revista *Science of the Total Environment*, em 2018 e 2019.

#### ARROTO DO BOI

Ao mesmo tempo que avança no desenvolvimento de sistemas produtivos mais eficientes, que proporcionam um balanço de emissões de GEE sustentável, a pecuária tem pela frente outro desafio, ainda mais complexo: a redução das emissões inerentes aos bovinos, como o chamado arrotos do boi, geradas no processo digestivo dos ruminantes.

“A ciência busca hoje formas de manipular diretamente a fermentação para reduzir a emissão de metano”, explica Alexandre Berndt, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos (SP). Duas formas de intervenção estão sendo estudadas em centros de pesquisa no mundo todo: alimentos mais facilmente digeríveis pelos bo-

vinos e o desenvolvimento de aditivos que sejam eficientes na nutrição e diminuam a emissão de gases potencialmente nocivos ao clima.

O desafio da pesquisa em aditivos alimentares é criar substâncias alternativas que reduzam a geração de CH<sub>4</sub> sem causar impacto na saúde animal e na segurança alimentar. Um ingrediente avaliado como promissor, por seu grande potencial em reduzir as emissões de metano entérico, é o solvente bromofórmio. Ele é encontrado naturalmente em uma microalga comum na Austrália, *Asparagopsis taxiformis*, chamada de alga vermelha. Em março de 2021, cientistas da Universidade da Califórnia, nos Estados Unidos, e da James Cook, na Austrália, publicaram um artigo no periódico *PLOS ONE* mostrando que a inclusão das algas vermelhas na nutrição de novilhos de corte é capaz de reduzir a emissão de metano em até 87% sem impacto sobre o ganho de peso dos animais.

Na Holanda, o grupo DSM, com atuação no setor de nutrição animal, desenvolveu um composto orgânico, o 3-nitrooxipropanol (3NOP), formado por nitrato e um álcool de base biológica que leva o nome comercial de Bovaer. Uma colher de chá do aditivo adicionado à dieta diária dos ruminantes seria capaz de impactar a ação dos microrganismos no rúmen, reduzindo a emissão de metano, segundo explicou Gareth Mead, líder global de comunicação da DSM, a *Pesquisa FAPESP*.

O desenvolvimento do 3NOP foi trabalho de uma década e produziu 50 artigos científicos. De acordo com a empresa, a emissão entérica é reduzida em torno de 30% em vacas leiteiras, mas pode atingir um impacto ainda maior no gado de corte, em torno de 90%. Um estudo coordenado por Reis, da Unesp, constatou que o aditivo pode reduzir em mais de 40% a emissão de metano em touros da raça nelore. O trabalho foi publicado em novembro de 2020 no *Journal of Animal Science*.

Bois na pastagem da fazenda da Embrapa, em São Carlos (SP); pesquisador mede a altura do pasto



Gado se alimentando no cocho em fazenda de Altair, no interior de São Paulo



3

Em setembro de 2021, Brasil e Chile foram os primeiros países a conceder registro regulatório para o produto. Na sequência, a União Europeia também liberou o Bovaer. Mead informou que a DSM ainda não iniciou a comercialização do produto, o que está previsto para ocorrer nos próximos meses.

Outra linha de pesquisa em aditivos é com taninos, polímeros encontrados em árvores acácias, frutas e leguminosas. “Os taninos têm ação antimicrobiana e potencialmente podem diminuir a degradação das proteínas dos alimentos no rúmen, levando a uma redução na produção de metano”, explica a doutora em zootecnia Renata Helena Branco Arnandes, do Instituto de Zootecnia (IZ), vinculado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

Em 2021, com apoio do Programa Modernização dos Institutos Estaduais de Pesquisas, da FAPESP, o IZ inaugurou um Laboratório de Fermentação Ruminal e Nutrição de Bovinos de Corte. Um dos primeiros trabalhos do laboratório foi a validação e a testagem de um aditivo à base de tanino desenvolvido pela empresa italiana SilvaTeam, que criou o princípio ativo, e o frigorífico brasileiro JBS. A função do IZ é estabelecer os valores absolutos de diminuição do metano obtidos com o aditivo e obter informações sobre a dosagem de tanino adequada para cada aplicação.

“O produto Silvaeed já teve sua comercialização liberada em vários países, inclusive no Brasil, mas foi nossa pesquisa que demonstrou o impacto na redução das emissões de metano”, afirma Arnandes. “A inclusão da molécula [do aditivo à base de tanino] na dieta diminuiu em cerca de 10% a emissão de metano entérico em comparação aos bovinos que receberam a alimentação-controlada.”

O IZ também é parceiro da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP) e da Embrapa em um projeto financiado pela FAPESP para investigar práticas para mitigar as emissões de GEE na pecuária. O projeto é coordenado pelo médico veterinário Paulo Henrique Mazza Rodrigues, da FMVZ-USP.

Uma das principais linhas de estudo é o uso de reservas de forragem (gramíneas e leguminosas) para a alimentação no período de inverno e seca aliado à suplementação proteica dos animais com sal e nitrato, em substituição à suplementação mineral tradicional de sal com ureia. O nitrato, como a ureia, é uma fonte de nitrogênio não proteico para o animal. O diferencial é seu potencial para atuar como dissipador de hidrogênio na fermentação ruminal, reduzindo a produção de metano.

A parceria entre as instituições também resulta na pesquisa de alimentos mais fáceis de digerir e que levem à menor emissão de GEE. Um dos estudos em andamento prevê o uso de pastagens integradas de leguminosas e gramíneas. A principal aposta em análise é a junção da gramínea *Bracharia brizantha* com leguminosas como *Macrotyloma axillare* e *Cajanus cajan*. O consórcio favorece a atividade biológica do solo e eleva os estoques de carbono na terra e a produtividade das pastagens. Apesar do grande potencial em produtividade e sustentabilidade das pastagens consorciadas, a prática ainda é pouco difundida porque há um conhecimento insuficiente sobre o tema no país. ■

Domingos Zapparoli e Yuri Vasconcelos

Os projetos e os artigos científicos consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.

# POR UMA CIÊNCIA MAIS RESPONSÁVEL

Epidemiologista holandês fala sobre os rumos dos debates sobre integridade em pesquisa e suas expectativas para a próxima conferência internacional sobre o tema, em maio

Rodrigo de Oliveira Andrade

O epidemiologista holandês Lex Bouter é uma das principais referências em integridade em pesquisa no mundo. Desde 2013 ele desenvolve estudos sobre o tema, por meio dos quais procura avaliar o envolvimento de pesquisadores em casos graves de má conduta e práticas questionáveis. O estudioso dedica-se ainda ao ensino de condutas responsáveis, alinhadas a preceitos da chamada ciência aberta, marcada pela colaboração científica, acesso irrestrito ao conhecimento e amplo compartilhamento de dados.

Bouter foi reitor da Universidade Livre de Amsterdã (VU) entre 2006 e 2013, e em 2017 assumiu a presidência da fundação que organiza a Conferência Mundial sobre Integridade em Pesquisa (WCRI), cuja sétima edição será realizada em fins de maio na Cidade do Cabo, na África do Sul, e terá como tema a promoção de boas práticas de pesquisa em um mundo desigual. É a primeira vez que o continente africano sedia o encontro.

Bouter falou a *Pesquisa FAPESP* no início de março, pelo Zoom. Na entrevista a seguir, ele aborda debates e iniciativas recentes sobre integridade em pesquisa, como eles foram afetados pela pandemia, suas expectativas para a próxima WCRI, entre outros assuntos.

***O senhor iniciou sua carreira nas áreas de biologia médica e epidemiologia. Em que momento decidiu trabalhar com integridade em pesquisa?***

Fui reitor da minha universidade por sete anos e por outros 12 integrei o Comitê Central Holandês de Pesquisas com Seres Humanos. Lidei com vários casos de má conduta nesse período e percebi que várias práticas de pesquisa questionáveis decorriam de falhas metodológicas, de modo que, quando meu mandato como reitor terminou, em 2013, decidi me dedicar mais a esse campo.

***Como avalia a relevância conquistada pela Conferência Mundial sobre Integridade em Pesquisa?***

A WCRI conseguiu congregiar diferentes atores do meio acadêmico em torno de discussões sobre integridade em pesquisa.



Bouter tornou-se um dos principais especialistas em má conduta e práticas de pesquisa questionáveis

Isso foi fundamental para que conseguíssemos produzir orientações sobre como combater a má conduta e fomentar boas práticas. Exemplo disso é a Declaração de Singapura, produzida em 2010 durante a segunda edição da WCRI. Ela se tornou referência para códigos de boas práticas em todo o mundo – não que ela tenha sido criada com esse fim, mas fico feliz que tenha ajudado a balizar outras iniciativas locais.

***As discussões sobre integridade evoluíram nos últimos anos, partindo da responsabilidade individual dos pesquisadores para o papel das instituições na prevenção de novos casos e, recentemente, para um debate sobre os sistemas de recompensa na carreira acadêmica. Para onde essa discussão deve se encaminhar agora?***

A próxima WCRI oferecerá uma nova perspectiva sobre integridade em pesquisa. Pretendemos debater como incorporar conceitos de igualdade, diversidade e inclusão nas discussões e iniciativas nessa área. Ela também será uma oportunidade para avaliarmos as lições da pandemia. A ciência passou por um momento de forte pressão, com muitos artigos sobre a Covid-19 publicados em formato *preprint* e mudanças importantes na revisão por pares. Precisamos discutir o que podemos aprender com essas experiências.

***A prevalência de má conduta científica foi afetada pela pandemia?***

Esperamos obter algumas respostas sobre isso na África do Sul. A pandemia gerou muita pressão sobre os pesquisadores e despertou grande interesse do

público pela ciência. Fiquei espantado com a quantidade de artigos *preprints* revisados publicamente em discussões nas redes sociais. Esse nível de escrutínio é bem-vindo, desde que os comentários sejam razoáveis e construtivos. Muitos cientistas receberam ofensas e ameaças nessas plataformas por conta de estudos que estavam fazendo. Esse foi um fenômeno novo para nós.

***Como avalia a disseminação dos preprints?***

Esse formato é uma ótima ideia, mas envolve riscos que ainda precisam ser mais bem estudados. As primeiras evidências sugerem que os *preprints* sobre a Covid-19 sofreram poucas alterações nas revisões finais [ver Pesquisa FAPESP nº 313]. Também os níveis de *papers* retratados se mantiveram estáveis durante a pandemia, o que é um bom sinal.

***As discussões sobre integridade em pesquisa têm hoje um papel importante na relação científica entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. Como fomentá-las?***

Procuramos incluir acadêmicos de países de baixa e média renda nos debates sobre integridade em pesquisa promovendo conferências fora da Europa e América do Norte. O caso da WCRI realizada em 2015 no Rio de Janeiro é um exemplo disso. Soube por colegas brasileiros que ela ajudou a dar tração às discussões e iniciativas sobre integridade em pesquisa. Queremos fazer o mesmo na África. Sabemos que os governos locais estão interessados em promover esse assunto. Alguns dos nossos principais patrocinadores para a próxima conferência são o Departamento de Ciência e Inovação e a Fundação Nacional de Pesquisa da África do Sul. Estamos usando esses recursos para custear a participação de pesquisadores de países de média e baixa renda. Queremos que eles apresentem seus trabalhos no evento. Também estimulamos a participação de cientistas desses países no comitê consultivo e de planejamento das conferências. Nosso objetivo é ser uma organização internacional comprometida com a diversidade.

***Como situa o Brasil nas discussões sobre integridade em pesquisa?***

O Brasil é um país desenvolvido em termos científicos, embora esteja enfrentan-

do um momento difícil. Pelo que pude perceber, o nível de conscientização dos pesquisadores brasileiros sobre integridade em pesquisa é substancial e vem crescendo. Alguns acadêmicos estão desenvolvendo estudos sobre o tema e várias iniciativas educativas foram lançadas.

***O debate sobre integridade em pesquisa concentrou-se, no passado recente, em como o sistema de recompensas na academia estimula a má conduta. Como avalia essa relação?***

As evidências sugerem que o atual sistema de recompensas, baseado sobretudo em muitas citações e na publicação de vários artigos, tende a incentivar comportamentos duvidosos e inadequados. Estima-se que muitos pesquisadores se envolvam em práticas questionáveis, ou fraudulentas, para emplacar seu estudo em periódicos de alto impacto, obter financiamento para seus projetos ou ser efetivado em determinado cargo em sua universidade – infelizmente, muitas vezes isso dá certo.

***Alguns especialistas criticam o uso de indicadores bibliométricos na avaliação de pesquisadores, argumentando que eles deveriam ser substituídos por métricas mais abrangentes. Concorda?***

Não me parece muito inteligente basear todo um sistema de recompensa apenas na quantidade de citações e artigos publicados, sobretudo porque esses indicadores não são bons em determinar a qualidade da produção acadêmica. Mas isso não significa que devemos abandonar essas métricas. Seria mais razoável incorporá-las em um sistema que também leve em conta outros indicadores, associados a práticas de pesquisa responsáveis.

***Que tipo de práticas?***

Se o pesquisador faz o pré-registro de suas pesquisas, se disponibiliza seus dados em repositórios de acesso aberto, se é um bom revisor, orientador, mentor, professor etc. Claro, não devemos superestimar o valor desses e de outros indicadores, pois eles também têm suas limitações. Por isso, devem ser usados para complementar os indicadores quantitativos tradicionais.

***A Universidade de Utrecht anunciou recentemente que abandonaria o uso de indicadores bibliométricos no pro-***

***cesso de contratação e promoção de pesquisadores.***

É uma iniciativa interessante, mas ainda não se provou efetiva.

***O senhor não parece muito convencido.***

Essa foi uma mudança bastante radical. Muito tem se discutido nos Países Baixos sobre os chamados “currículos narrativos”, nos quais os pesquisadores, em vez de destacar seus indicadores bibliométricos, como o índice h, apresentam uma descrição qualitativa de suas contribuições, discorrendo sobre seus feitos acadêmicos, impacto de suas pesquisas, de suas orientações etc. Você chega a se emocionar com as histórias, mas é muito difícil usar esses currículos para fazer uma comparação justa e objetiva dos candidatos. Ainda precisamos de indicadores quantitativos.

***Qual o papel das agências de fomento à pesquisa na promoção da integridade em pesquisa?***

Elas são importantes indutoras de mudanças. Afinal, os pesquisadores preci-

sam de dinheiro para seus projetos. Um bom exemplo foi quando elas passaram a exigir que os cientistas encaminhassem um plano de gestão e compartilhamento dos dados com seus pedidos de financiamento. Todos acataram. No entanto, essas mudanças precisam ser feitas com cautela e com base em evidências e sólido planejamento. Algumas agências dos Países Baixos deixaram de usar indicadores de impacto sem avaliar muito bem as consequências dessa decisão. Agora, estamos tendo de lidar com esses currículos narrativos que citei antes, interessantes, mas difíceis de usar no processo seletivo.

***Quais fatores costumam gerar má conduta e práticas de pesquisa questionáveis?***

A literatura sugere que a pressão das universidades e das agências de fomento para publicar cada vez mais em revista de alto impacto seria um importante indutor de má conduta e práticas de pesquisa questionáveis. Sabemos, porém, que existem outros fatores. Verificamos em estudos recentes que orientadores e supervisores desempenham um papel importante nessa questão.

***Em qual sentido?***

Identificamos dois tipos de mentoria. Uma é a de “sobrevivência”, na qual o orientador ou supervisor ensina os pesquisadores em início de carreira todos os truques para se dar bem no atual sistema de recompensa, isto é, como publicar muitos artigos, conseguir muitas citações, financiamento etc. Os cientistas que receberam esse tipo de formação parecem se envolver mais em práticas de pesquisa questionáveis, diferentemente dos colegas que receberam um segundo tipo de mentoria, mais responsável, baseada em boas práticas de pesquisa.

***Qual grupo se saiu melhor em termos de produção científica e impacto?***

Não avaliamos a produtividade desses grupos.

***As práticas de ciência aberta aumentam as chances de detectar má conduta?***

Sim, porque elas aumentam a transparência e a confiabilidade dos estudos. A identificação de práticas questionáveis ou fraudulentas muitas vezes só é possível por meio da comparação entre as



**A pressão para publicar cada vez mais em periódicos de alto impacto é um importante indutor de má conduta e práticas de pesquisa questionáveis**

publicações e o pré-registro das pesquisas, no qual os autores se comprometem a seguir determinado protocolo antes de iniciar a coleta de dados. Essa é uma prática estimulada pela ciência aberta.

***O senhor tem destacado a importância de valorizar a divulgação de resultados nulos ou negativos. Por que isso é relevante?***

A omissão de resultados negativos acaba por gerar uma sobrevalorização, ou super-representação, de resultados positivos. Ocorre que esses achados serão mais tarde sintetizados em trabalhos de revisão, dando a entender que representam todo o corpo de evidências de que dispomos sobre determinado fenômeno, e não apenas uma parte deles. Isso tende a mascarar a realidade e produzir vieses, com implicações importantes na reprodutibilidade dos estudos.

***A crescente preocupação com a reprodutibilidade da ciência melhorou as discussões sobre integridade em pesquisa?***

São dois lados da mesma moeda. As práticas de pesquisa questionáveis estão entre os principais fatores responsáveis pela crise de reprodutibilidade, e isso compromete a confiança na pesquisa. Combater essas práticas significa exigir que as pesquisas sejam eticamente sólidas e de qualidade metodológica rigorosa. Isso aumenta muito as chances de esses trabalhos serem replicados com sucesso.

***O senhor tem defendido que, em vez de enfatizar punições por má conduta, as instituições deveriam apoiar o debate contínuo sobre erros e comportamentos capazes de comprometer a integridade em pesquisa. Tem exemplos de sucesso nesse sentido?***

Há uma iniciativa interessante coordenada por um consórcio europeu que vem reunindo conhecimento e experiências bem-sucedidas de universidades e laboratórios em integridade em pesquisa. Parte dos dados coletados está no site do projeto, [www.sops4ri.eu](http://www.sops4ri.eu), em uma seção chamada “caixa de ferramentas” [toolbox, no alto da página]. No entanto, é importante destacar que a efetividade dessas ações ainda não foi devidamente avaliada. Existem muitas iniciativas de educação voltadas à integridade em pesquisa, mas não sabemos se elas funcionam.



## **A omissão de resultados negativos tende a mascarar a realidade e produzir vieses, com implicações na reprodutibilidade dos estudos**

***Quanto tempo leva para conseguir medir a efetividade dessas iniciativas?***

Depende do que queremos saber. É simples estimar o nível de satisfação dos participantes de cursos sobre integridade em pesquisa, mas é difícil medir os efeitos dessas iniciativas na incidência do problema. Estudos baseados nas respostas dos próprios pesquisadores têm suas limitações. É possível investigar as atitudes e o conhecimento dos cientistas sobre essas práticas via questionários, mas eles não são bons preditivos de comportamentos problemáticos. É como fumar. As pessoas sabem que faz mal à saúde, mas, ainda assim, fumam.

***Em 2018, o senhor participou de um comitê responsável por redigir um novo código de conduta sobre integridade em***

***pesquisa para instituições de pesquisa nos Países Baixos. Por que decidiram substituir o código anterior?***

Queríamos atualizá-lo e ampliar o rol de recomendações sobre boas práticas de pesquisa, deixar mais clara a distinção entre má conduta e faltas de menor importância, e mostrar como as instituições devem proceder em cada caso. Estabelecemos alguns critérios para ajudá-las a determinar a severidade das sanções, como intencionalidade, ganhos pessoais, se o pesquisador é recorrente, se está em início de carreira etc. O documento também apresenta uma lista de deveres que as instituições devem seguir em termos de treinamento e supervisão, normas e procedimentos éticos, e promoção da ciência aberta, principalmente no que diz respeito ao gerenciamento de dados, publicação e divulgação de resultados.

***O senhor teve problemas para conseguir estudar a integridade em pesquisa nos Países Baixos. Dos mais de 40 mil pesquisadores convidados a preencher um questionário on-line no ano passado, apenas 21% participaram. Qual é a dificuldade?***

De fato, poucos acadêmicos responderam ao nosso questionário, muito embora esse percentual de adesão esteja em linha com o obtido em outros estudos. Nós divulgamos o levantamento e destacamos sua importância em redes sociais e newsletters, mas não conseguimos aumentar o número de participantes. Esperamos que mais pesquisadores participem no futuro à medida que a comunidade se engaje mais nas discussões sobre integridade em pesquisa.

***Por que os pesquisadores resistem em participar desses levantamentos?***

Alguns não querem ou não têm tempo, outros não acreditam que protegeremos sua identidade e temem que suas respostas comprometam sua carreira. Também é possível que nosso questionário tenha ido parar na caixa de spam de alguns deles. Mas, de modo geral, esses questionários forçam os cientistas a confrontarem suas próprias atitudes e comportamentos. Eles se deparam com perguntas como “você já fabricou ou falsificou resultados de pesquisa?”. Não é agradável admitir para si mesmo quando você é uma fraude. ■

# PRESERVAÇÃO PREMIADA

Estudo mostra o impacto de repasses adicionais de ICMS a municípios que ampliaram suas áreas de conservação

Fabrcio Marques

Um grupo de pesquisadores das universidades de São Paulo (USP) e Duke, nos Estados Unidos, constatou a efetividade de um tipo de legislação fiscal que dá recompensas financeiras para municípios que possuem unidades de conservação ambiental em seus territórios. Conhecida como ICMS Ecológico (ICMS-E), essa modalidade de incentivo já foi adotada por pelo menos 15 estados brasileiros desde o início dos anos 1990. Ela transfere um percentual maior da arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) para cidades que ampliaram a proteção a áreas com vegetação nativa e de mananciais.

Utilizando modelos econométricos, os pesquisadores analisaram a evolução de áreas protegidas em 1.467 municípios de seis estados entre 1987 e 2016. Quatro desses estados – Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo – adotaram repasses para municípios com território preservado, enquanto os outros dois – Santa Catarina e Espírito Santo – foram usados como parâmetro de comparação por não empregarem o ICMS-E. Um dos desafios da análise era identificar de modo preciso a influência desse tipo de ferramenta fiscal em meio a uma série de ações concomitantes que tiveram o mesmo objetivo, como a criação de um plano nacional de



Unidades de conservação em Caruaru, Pernambuco (à esq.), Curitiba, Paraná (à dir.), e Ilhabela, São Paulo (abaixo): reforço no orçamento para cidades que mantêm vegetação nativa



3

“Estados utilizaram o ICMS Ecológico para incentivar a implementação local de suas estratégias de conservação, muitas delas de caráter rigoroso, enquanto os municípios recorrem principalmente a ações de baixo custo para aumentar suas receitas”, explica a bióloga Patricia Ruggiero, que fez o estudo em seu projeto de doutorado, concluído em 2018, com orientação de Jean Paul Metzger, do Instituto de Biociências da USP, e coorientação de Alexander Pfaff, da Escola de Políticas Públicas da Universidade Duke, e de Paula Pereda, da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP – coautores do trabalho. Outra constatação foi a diluição dos efeitos dessa ferramenta fiscal ao longo do tempo. “A legislação deflagra uma espécie de corrida e os municípios que criam áreas protegidas primeiro conseguem benefícios de curto prazo maiores. À medida que outras cidades utilizam o mesmo artifício, a fatia do bolo correspondente ao ICMS Ecológico se pulveriza e o mecanismo vai perdendo atratividade”, afirma Ruggiero.

De acordo com o estudo, que foi publicado em janeiro na revista *Ecological Economics*, o artifício de estabelecer transferências fiscais atreladas à aplicação de políticas ambientais foi adotado nos últimos anos por países como Portugal e França e está sendo considerado por outras nações europeias, como Alemanha e Polônia. O exemplo de maior envergadura é o da Índia, que aplicou a regra a toda sua extensão territorial – sem conseguir, contudo, elevar investimentos em preservação.

A experiência do Brasil é a mais antiga de todas. Seu ponto de partida foi um dispositivo da Constituição de 1988 que atribui às unidades da federação a possibilidade de definir, por meio de leis locais, critérios específicos para distribuir os 25% de recursos arrecadados pelo ICMS a que os muni-

incentivo a unidades de conservação e a oferta de financiamento internacional para preservação. Os modelos apontaram uma correlação discreta entre a adoção do ICMS-E e a criação de áreas protegidas, que se mostrou mais visível em estados como Rio de Janeiro, onde a legislação foi aplicada recentemente e está no auge de seus efeitos.

O impacto, contudo, ocorreu de forma desigual. Uma distorção gerada pelo estímulo foi a disseminação pelos municípios de um grande número de unidades de conservação pouco restritivas, as chamadas Áreas de Proteção Ambiental (APA). Elas são mais viáveis de criar porque não limitam muito o uso da terra nem exigem desapropriações, mas também não oferecem proteção suficiente a habitats ameaçados. Em média, os gestores das cidades criaram 24 vezes mais APA do que outros tipos de unidade de conservação. Já quando a criação das áreas protegidas foi iniciativa dos governos estaduais, o descompasso é bem menor – o número de APA foi oito vezes maior. A explicação é simples: para um prefeito, criar por lei uma APA é um expediente rápido e descomplicado, capaz de aumentar as transferências fiscais ainda no decorrer de seu mandato. Já para os estados, a criação de áreas protegidas não rende benefícios financeiros e, em decorrência disso, é regida por critérios técnicos e segue objetivos de longo prazo.

## ICMS ECOLÓGICO DEU ORIGEM A MUITAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO POUCO RESTRITIVAS, QUE SÃO FÁCEIS DE CRIAR

cípios têm direito. O primeiro estado a adotar o esquema foi o Paraná, que o estabeleceu na Constituição Estadual de 1989 e, dois anos depois, aprovou uma lei reservando 5% dos repasses do imposto para ratear entre municípios com mananciais e aqueles com unidades de conservação, incluindo terras indígenas. “O ICMS Ecológico teve origem na mobilização política de municípios da Região Metropolitana de Curitiba, que se consideravam penalizados por reservarem parte do seu território para garantir o abastecimento de água da capital”, explica o engenheiro-agrônomo Wilson Loureiro, um dos artífices da

legislação quando atuava no Instituto Ambiental do Paraná (IAP) – atualmente ele é professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR). “Durante as discussões sobre a nova Constituição do Paraná, foram incorporadas também as demandas de cidades com unidades de conservação.” De acordo com o IAP, o espaço ocupado por áreas preservadas no estado cresceu 160% entre as décadas de 1990 e 2000.

**O**utros 14 estados brasileiros adotaram esquemas para transferir recursos do ICMS para cidades com políticas ambientais, mas cada um deles com um formato peculiar. O volume dos repasses varia: eles vão de 1% da cota destinada aos municípios, no caso de Mato Grosso do Sul, a 13% em Tocantins. Da mesma forma, os critérios para distribuição do dinheiro podem ser amplos ou restritos. No Rio de Janeiro, em Roraima, no Acre e no Amapá, a distribuição dos percentuais extras tem como parâmetro apenas a existência de unidades de conservação ambiental. Outros estados incorporaram exigências complementares, como a adoção de políticas municipais de gestão de resíduos sólidos (Ceará, Piauí e São Paulo) e de saneamento (Pernambuco e Tocantins) ou a existência de reservatórios para a geração de energia elétrica (São Paulo) e de terras indígenas (Mato Grosso e Rio Grande do Sul). Minas Gerais estabeleceu um elenco de critérios para a redistribuição de repasses de ICMS para municípios, entre indicadores de educação, de preservação do patrimônio cultural e de produção de alimentos – 1,1% da cota obedece a parâmetros ambientais. “O ICMS Ecológico mostrou um caminho capaz de induzir comportamentos de agentes públicos”, diz Barreiro. “É uma ferramenta de custo zero, pois não interfere na arrecadação. Seu mecanismo poderia

ser usado com outras finalidades, como estimular a agricultura de baixo carbono.”

São Paulo adotou um dos percentuais mais baixos, de 1%. Mas, como o estado possui a maior arrecadação de ICMS em valores absolutos, o recurso foi suficiente para promover um aumento de áreas protegidas. Segundo a legislação vigente no estado até o ano passado, o que elevava o repasse do ICMS não eram as unidades de conservação criadas por prefeituras, mas as áreas de proteção estabelecidas em um plano estadual, após negociação entre o governo paulista e prefeitos, além de áreas destinadas a reservatórios de hidrelétricas. Em 2021, os valores reservados subiram de 1% para 2% da arrecadação do ICMS. As regras anteriores foram mantidas, mas, com a ampliação dos recursos, foram adicionados dois novos critérios para a sua distribuição: a existência de outras áreas cobertas com vegetação nativa e de planos de gestão de resíduos sólidos nos municípios. “Hoje, há tecnologia disponível e acessível que nos permite monitorar áreas preservadas, mesmo as que não foram alvo de decretos municipais”, diz Ruggiero. “Essa reforma da legislação direciona o incentivo para o alvo que importa, que são as áreas com vegetação nativa preservada, possivelmente tornando a ferramenta mais efetiva.”

Para o ecólogo Rafael Barreiro Chaves, especialista ambiental da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (Sima) do Estado de São Paulo, que não participou do estudo, o trabalho liderado por Ruggiero evidencia tanto a importância de criar incentivos financeiros que favoreçam a ampliação da vegetação preservada quanto de o estado implementar mecanismos que maximizem os benefícios ecológicos. “O caso de São Paulo demonstra o acerto em favorecer a inserção dos municípios em uma política mais ampla, de escala estadual, algo que a ciência aplicada à política pública agora nos ajuda a comprovar”, explica. Chaves representa a Sima e é vice-diretor do projeto Biota Síntese, apoiado pela FAPESP no âmbito do programa Núcleos de Pesquisa Orientada a Problemas em São Paulo. Coordenado por Jean Paul Metzger, o projeto busca explorar o conhecimento acadêmico sobre biodiversidade e serviços ecossistêmicos para municiar novas políticas públicas socioambientais, em particular através de soluções baseadas na natureza. “Não se trata apenas de agrupar e revisar dados científicos, mas sim de desenvolver uma metodologia que permita trazer um olhar inter e transdisciplinar para ressignificar dados já coletados, possibilitando a geração de novas ideias, modelos, paradigmas e teorias”, disse Metzger, no lançamento do projeto. ■

### Artigo científico

RUGGIERO, P. G. C. et al. The Brazilian intergovernmental fiscal transfer for conservation: A successful but self-limiting incentive program. *Ecological Economics*. v. 191. jan. 2022.



PESQUISA NA QUARENTENA

**“PARA NÃO SURTAR, CONCENTREI MINHAS ENERGIAS NA PESQUISA E NAS AULAS QUE DOU NA ESCOLA PÚBLICA”**

João Augusto Neves Pires, doutorando em história, dividiu-se entre o estudo sobre o movimento punk de São Paulo e o curso em que usou *Pesquisa FAPESP* como material pedagógico

DEPOIMENTO CONCEDIDO A Sarah Schmidt

**Q**uando a pandemia chegou, eu planejava ir para a Noruega. Aguardava a resposta da bolsa Bepe [Bolsa Estágio de Pesquisa no Exterior], da FAPESP, para fazer um período do doutorado em história, que curso na Unicamp [Universidade Estadual de Campinas], na Universidade de Oslo. Os documentos estavam encaminhados e tudo indicava que daria certo.

Estudo a história urbana de São Paulo narrada pelo movimento punk dos anos 1980, uma prática cultural que exalta o lixo e o luxo, os subterrâneos e as galerias das cidades, em ressentimento e revolta. Essas pessoas produziram uma narrativa particular sobre a violência urbana, a degradação e as angústias que viviam. No intercâmbio, eu pesquisaria a ponte entre os punks paulistas e os nórdicos, que mantinham uma comunicação ativa e produziam zines [publicação artística independente, geralmente em formato de revista, feita de colagens de outras revistas e jornais], cartas e discos. Com a pandemia, tudo foi cancelado. Não pude ir e decidi trabalhar com o material que consegui on-line. Para não surtar, decidi concentrar minha energia na pesquisa e no projeto pedagógico das aulas com os jovens. Foi o que me salvou.

Como eu teria que ficar em casa, concentrei parte dos meus esforços em criar um site que não estava previsto no

projeto inicial do doutorado. Por sorte, em 2019 eu tinha digitalizado boa parte do material da Coleção Movimento Punk do Cedec [Centro de Documentação e Informação Científica] da PUC-SP [Pontifícia Universidade Católica de São Paulo]. Somando ao que o próprio acervo já tinha digitalizado e mais alguns documentos enviados por outros pesquisadores, montei um catálogo e o disponibilizei em um site, que acabou virando um produto. Consegui fazer isso por meio de uma parceria com a PUC e o Ciec [Centro Interdisciplinar de Estudos sobre a Cidade] da Unicamp, do qual faço parte.

Já nas aulas, na Unidade de Mogi Mirim da Escola Técnica Estadual (Etec) do Centro Paula Souza, procurei me adaptar à situação. Logo que entramos no regime remoto, no início de 2020, vi que ele era cruel, que os jovens tinham problemas de conexão à internet e dificuldade de se concentrar por muito tempo. Passei o primeiro semestre da pandemia tendo que fazer montagens de imagens que encontrava na internet para criar um conteúdo atraente para os meus alunos. Foi então que percebi que a *Pesquisa FAPESP* tinha tudo pronto. Eu recebia a revista em casa e já tinha levado alguns exemplares para a sala de aula, em turmas anteriores, para conversar sobre um ou outro texto.

Na pandemia, vi que o site permitia fazer o download das reportagens em

formato PDF, mantendo a configuração da revista impressa, com as imagens e também os links. Era tudo o que eu precisava, porque poderia usar nas aulas on-line e enviar para os estudantes que não conseguissem assistir por problemas na conexão. Foi uma solução imediata para uma emergência que se impunha. Como os conteúdos trazem entrevistas com pesquisadores, podcasts, links úteis e os jovens estão com o celular em mãos, eles podem viajar. Os estudantes achavam interessante e participavam, também porque sempre procurei fazer uma conexão com a realidade que estavam vivendo.

**C**omo vi que esse tipo de atividade funcionou bem em 2020, em 2021 fiz um planejamento pedagógico para usar a revista ao longo do ano inteiro. Criei um cronograma com uma série de reportagens que eu poderia explorar dentro do conteúdo de história previsto para os jovens de duas turmas do 1º ano do ensino médio, com 40 alunos em cada uma.

Sempre procurei fazer alguma ligação com minha pesquisa de doutorado. Se nela observo a produção cultural de jovens do movimento punk dos anos 1980, que estavam angustiados, vivendo a miserabilidade urbana, revoltados com a situação política do país, nas aulas eu também estava lidando com jovens que viviam um contexto de angústia, enfren-

tando problemas econômicos. E, agora, em meio a uma pandemia.

Por haver essa conexão, tive autorização da FAPESP para dedicar um determinado número de horas às aulas, mesmo tendo bolsa de doutorado. Procurei trabalhar atividades didáticas e temáticas instigantes. Como dentro da cultura punk há a produção de zines, construídos com recortes e colagens de outras revistas e jornais, pensei em como trabalhar essa expressão cultural.

Comecei 2021 ainda no ensino remoto, pensando que precisava contar que as pandemias não são novas na história da humanidade. Encontrei conteúdos na revista que tratavam exatamente disso, como nas reportagens “Semelhanças entre a gripe espanhola e a Covid-19” e “Guerra à peste” – nesta última, pudemos ver como foi a epidemia de peste bubônica no Brasil na virada do século XIX para o século XX e discutir como o país reagiu à situação. Também ouvimos o podcast “Epidemias na história”. Selecionei comentários e observações dos pesquisadores que apareciam nos textos para discutir as questões do passado, os avanços da ciência e as questões históricas, políticas, sociais, culturais e econômicas das epidemias.

A reportagem “Pandemia como alegoria”, que mostrou trabalhos artísticos criados a partir das experiências trágicas da peste, foi tema de várias aulas. Mostrei as obras de arte e perguntei o que eles percebiam e sentiam. A reportagem inspirou o trabalho final do primeiro semestre, no qual pedi que produzissem suas próprias alegorias. Poderia ser vídeo, fotografia, podcast, alguma mídia que eles usassem para contar como se sentiam na pandemia.

Quando estávamos prestes a voltar às aulas presenciais, no segundo semestre de 2021, começamos a discutir como seria essa retomada. Fiz uma seleção de dados e informações em matérias como “Para além da sala de aula”, mostrei imagens da galeria “Longe da escola”, que mostrava cenas de escolas vazias, e assistimos ao vídeo *Educação a distância e ensino remoto na pandemia*. Com base nos estudos, gráficos estatísticos e debates que vimos

Na Etec de Hortolândia, João Neves continua a usar a revista como fonte de informação e material para discussão





2

nesses materiais, conversamos sobre a complexidade do momento.

A partir da reportagem “Espaços saudáveis”, que tratava da mudança das estruturas arquitetônicas diante de pandemias do passado, pensamos em como aplicar ideias ao nosso próprio retorno. Inspirado nas conversas, propus que tivéssemos aulas fora da sala de aula. Usamos a biblioteca, o refeitório e o pátio, onde fazíamos rodas de conversa embaixo de árvores, no chão ou em cadeiras. Redescobrimos a escola.

**N**esse retorno, apresentei a revista impressa e propus uma nova atividade que atravessaria todo o semestre: escolher reportagens e imagens da revista para montar um painel permanente na escola, inspirado nos zines que tínhamos estudado. Ao longo do caminho, encontramos uma foto maravilhosa, que foi capa da revista [edição 300], de um homem negro com uma máscara em que estava escrito SUS, que, ao mesmo tempo, expressava a questão racial e pandêmica do Brasil.

No final de novembro montamos o nosso painel em dois dias, durante as comemorações da Consciência Negra. Ele deve ter 2,5 metros de comprimento por 1 metro de largura e está em um corredor ao ar livre, por onde passam os estudantes da escola. Todo o material colado tinha um QR code com um link para as matérias ou mais informações.



3

Painel montado pelos estudantes destaca conteúdo estudado durante o ano, incluindo recortes de Pesquisa FAPESP



4

Convidei um amigo de Campinas, o comunicador social André Moraes, da comunidade Jongo Dito Ribeiro, para acompanhar a construção do painel e dividir com os estudantes sua experiência como jogueiro [praticante do jongo, dança de origem africana]. O painel tem uma narrativa própria, que começa com os povos indígenas e termina com a reportagem dos trabalhos dos escravizados invisíveis. Ao terminar, veio a sensação de missão cumprida. Mesmo com a pandemia, com as dificuldades que enfrentamos, chegamos até ali.

Foi o fim de um ciclo e me lembrei de momentos difíceis. Como quando meus pais foram infectados pela Covid-19, em outubro de 2020. Meu pai chegou a ficar internado, enquanto minha mãe estava doente em casa. Fui de Campinas, onde moro, para Uberlândia, para cuidar deles. Quando se recuperaram, fui eu que fiquei mal. Perdi um tio para a doença e minha companheira, que veio morar comigo durante a pandemia, também

perdeu parentes. Comecei a fazer ioga, caminhadas, tocar violão, fui ao psicólogo. Criei uma rotina com horários fixos para o trabalho e para o lazer e me disciplinei para cumpri-la.

Agora, em 2022, estou fazendo os últimos ajustes na tese, que defendo no segundo semestre. Também mudei de escola e sou professor das Etecs de Hortolândia e Bento Quirino, de Campinas. Meu planejamento pedagógico segue estruturado com base em reportagens da revista, tanto para a disciplina de história como para a de sociologia. Descobri que a revista pode ser uma ótima ferramenta de ensino. Já que deu certo, vou seguir nesse caminho. Como fizeram algumas tendências do punk, transformaremos nossos ressentimentos em estímulos de revolta. ■

**JOÃO AUGUSTO NEVES PIRES** é historiador e professor da Escola Técnica Estadual do Centro Paula Souza. Cursa doutorado em história na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Inserido em coletivos de mídia livre, desenvolve projetos de arte, tecnologias digitais, educação e culturas populares.

INFECTOLOGIA

# A LONGA BUSCA DE UMA CURA

Microscopia eletrônica  
de linfócito T CD4,  
responsável por ativar  
outras células de  
defesa, infectado pelo  
HIV (esferas verdes)

## Tratamento experimental que combina o uso de medicamentos com uma vacina personalizada permitiu controlar o HIV por seis meses após suspensão dos antirretrovirais

Ricardo Zorzetto

**E**m São Paulo, dois homens portadores do HIV – um de 24 anos e outro de 49 – conseguiram controlar espontaneamente o vírus após a interrupção do uso de medicamentos antirretrovirais. Eles integravam um grupo de cinco pessoas que receberam um tratamento experimental concebido pela equipe do virologista Ricardo Sobhie Diaz, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Perspicaz e inovadora, a terapia foi avaliada em um ensaio clínico inicial, concluído em meados de 2020 e realizado com financiamento da FAPESP e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Os resultados preliminares estão em um artigo publicado na revista *Aids Research and Therapy* em janeiro deste ano. “Quando surgiram os primeiros sinais de que o vírus poderia voltar a se reproduzir no organismo desses dois pacientes, possivelmente porque alguns reservatórios virais tenham restado intactos, retomamos preventivamente o uso do coquetel antirretroviral”, conta Diaz. “Alguns pesquisadores acharam que poderíamos ter aguardado mais tempo para verificar se o vírus realmente voltaria a se reproduzir. Decidimos não arriscar”, explica o virologista.

Ainda distante de se tornar disponível para uso clínico, essa estratégia terapêutica tem dois objetivos: reduzir a quantidade de HIV no organismo ao menor nível possível e, com o auxílio de uma vacina, ensinar as células do sistema de defesa a encontrar os vírus remanescentes, em geral ocultos em esconderijos, e destruí-los. Assim, espera-se chegar ao que alguns especialistas vêm chamando de cura funcional da infecção: o controle da replicação do HIV sem a necessidade de medicamentos antirretrovirais, algo impensável nas primeiras décadas da pandemia de Aids, que matou 36,3 milhões de pessoas no mundo desde o início dos anos 1980. Até hoje apenas três casos de cura total são reconhecidos, obtidos por meio de um tratamento bem mais agressivo. Eram indivíduos com câncer hematológico que passaram por quimioterapia e depois receberam

transplante de medula óssea. Se os efeitos obtidos pelo grupo da Unifesp se confirmarem em testes futuros, essa abordagem pode ser mais vantajosa que a anterior porque, em princípio, poderia ser usada para tratar qualquer portador de HIV, e não apenas aqueles com câncer.

A terapia proposta pela equipe de São Paulo envolve basicamente duas etapas. A primeira consiste no emprego de um coquetel reforçado com dois antirretrovirais – totalizando cinco ou seis medicamentos dessa categoria, em vez dos três ou quatro usuais – e visa controlar de forma mais rigorosa a replicação do vírus. É a parte mais simples da história, em geral já dominada pelos médicos que cuidam dos infectados pelo HIV.

Desde a identificação dos primeiros casos de Aids nos Estados Unidos, em 1981, pouco mais de 50 compostos já foram aprovados para combater o HIV. Eles interferem em estágios distintos da replicação do vírus, da entrada na célula à montagem de novas cópias, e costumam ser usados em combinações de dois, três e até quatro medicamentos (*ver box na página 52*). O uso adequado e contínuo dessas associações, os chamados coquetéis antirretrovirais, atualmente permite a cerca de 90% das pessoas em tratamento reduzir a concentração do vírus no organismo a níveis tão baixos – em geral, inferiores a 50 cópias por mililitro (mL) de sangue – que chegam a se tornar indetectáveis para alguns testes laboratoriais. Os indivíduos que alcançam essa condição podem permanecer saudáveis por décadas, sem transmitir o HIV para outras pessoas nem sofrer os danos ao sistema de defesa que caracterizam a síndrome da imunodeficiência adquirida (Aids). Isso, claro, desde que a terapia não seja interrompida.

A grande dificuldade está na segunda fase do tratamento. Muitos especialistas suspeitam que ainda não se tenha encontrado uma forma eficiente de aniquilar o agente causador da Aids porque uma pequena proporção de vírus (algo como uma cópia em cada 10 mil ou 100 mil) permanece oculta, em uma espécie de estado de dormência, no interior das células de defesa. Os alvos prediletos costumam ser os linfócitos T do

tipo CD4, considerados maestros do sistema imune por coordenarem a ação de outras células de defesa. Esses reservatórios virais surgem quando, após a invasão, o HIV consegue inserir seu material genético em trechos do DNA dos linfócitos que não são normalmente lidos pela maquinaria celular. Apelidadas de deserto genômico, essas regiões do DNA permanecem silenciosas a maior parte do tempo. Como o vírus não se multiplica, a célula não dá sinais de que está infectada e passa despercebida pelo sistema de defesa. Situações específicas, porém, podem reativar essas regiões do genoma e acionar a produção do HIV, que volta a se espalhar.

A segunda etapa de combate ao vírus consistiu justamente em tentar erradicar esses reservatórios. “Essa é uma estratégia muito relevante”, afirmou o bioquímico Carl Dieffenbach, diretor da Divisão de Aids dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH) dos Estados Unidos, a *Pesquisa FAPESP*. “O conceito havia sido tentado antes, com sucesso limitado.

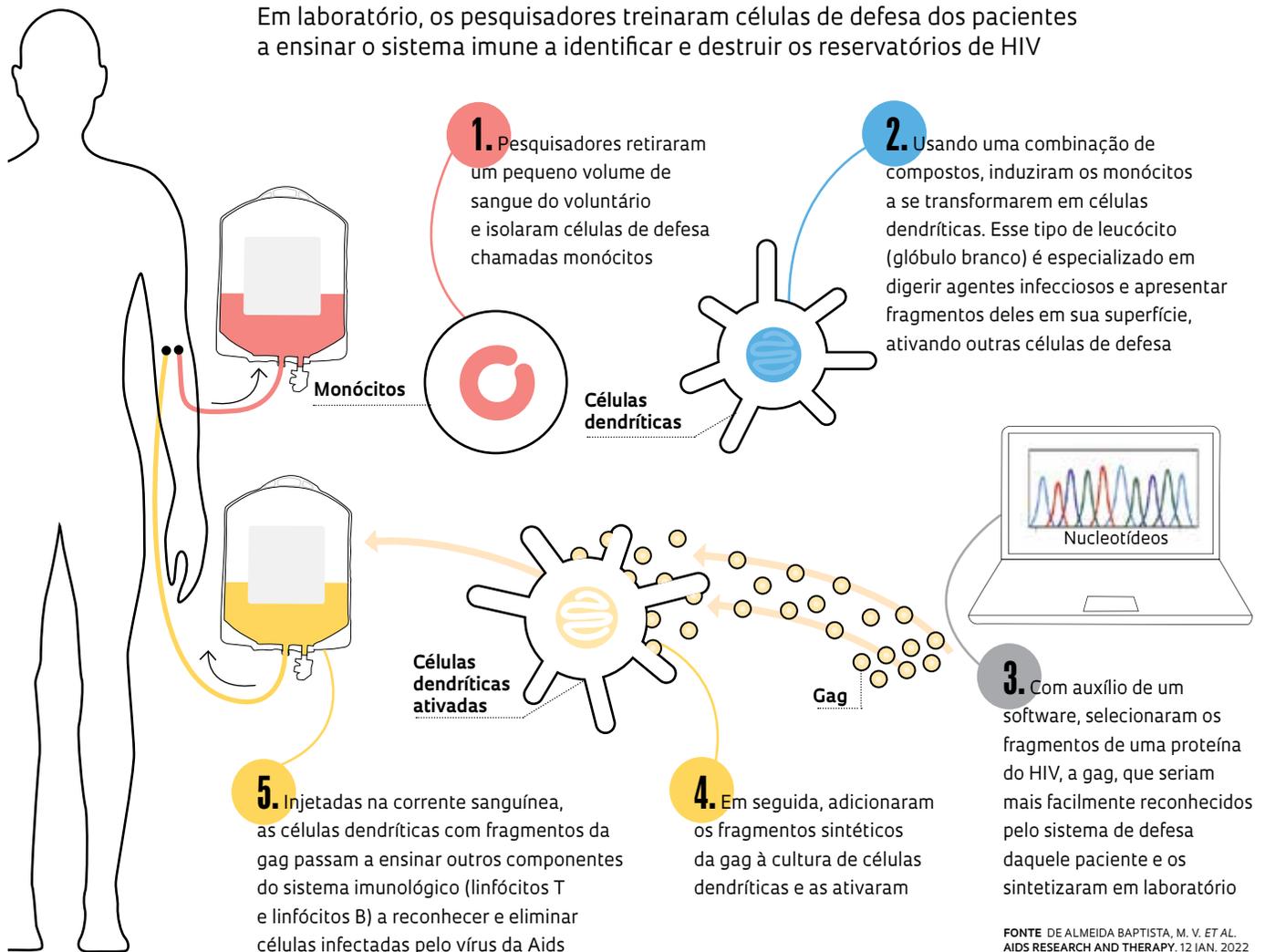
Os métodos agora são melhores e esse grupo está realizando um teste muito importante.”

Em parceria com pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP), no Brasil, e do Instituto Superior de Saúde (ISS), na Itália, a equipe de Diaz planejou outras três ações contra as células infectadas. “Sabíamos que intervenções únicas não produziam bons resultados e decidimos somar as que mostravam maior potencial de reduzir os santuários virais”, afirma Diaz.

A primeira foi incluir no tratamento doses de nicotinamida, a vitamina B3. Os voluntários, homens com idades entre 18 e 60 anos atendidos no ambulatório da Unifesp, eram convidados para integrar o estudo depois de manter por seis meses a carga viral estável e inferior a 50 cópias por mL. Passavam então a receber doses da vitamina por 48 semanas, em paralelo ao coquetel antirretroviral reforçado. É que, para conseguir eliminar os vírus latentes, é preciso, primeiro, despertá-los de modo que se tornem aparentes para o sistema imune.

## PASSO A PASSO DE UMA VACINA PERSONALIZADA

Em laboratório, os pesquisadores treinaram células de defesa dos pacientes a ensinar o sistema imune a identificar e destruir os reservatórios de HIV



FONTE: DE ALMEIDA BAPTISTA, M. V. ET AL. AIDS RESEARCH AND THERAPY. 12 JAN. 2022

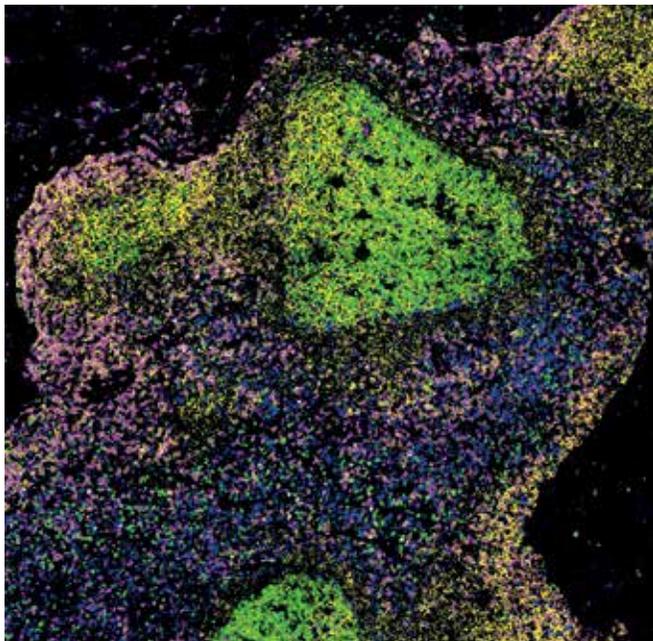
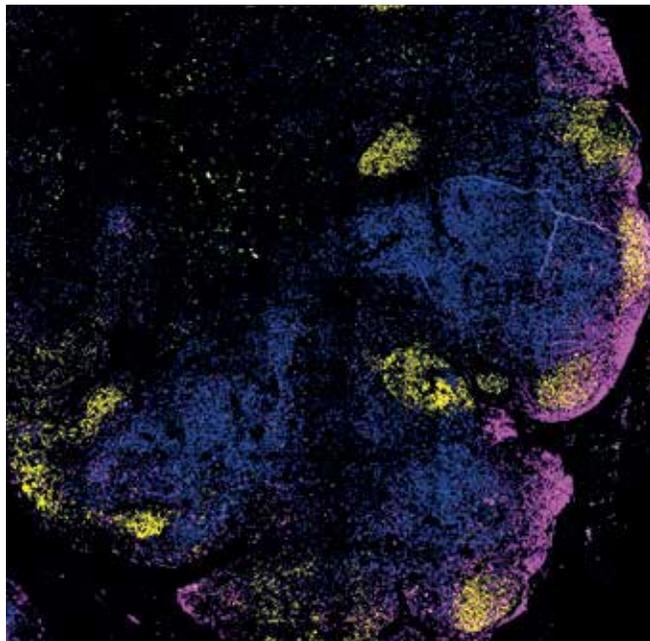


Imagem de linfonodo de pessoa com HIV (à esq.) e sem o vírus (à dir.): a infecção desorganiza a distribuição das células de defesa na estrutura do sistema imune



Em testes anteriores, a equipe de Diaz havia constatado que esse composto é um potente ativador do HIV em hibernação. No núcleo das células, a vitamina B3 bloqueia a ação da enzima histona deacetilase, que auxilia trechos da molécula de DNA a se enovelarem ao redor de proteínas e se tornarem silenciosos – esse empacotamento impede que a maquinaria celular os leia. Com a deacetilase fora de ação, o material genético permanece estendido, pronto para ser transcrito e gerar proteínas (inclusive as virais). Resultado: os linfócitos que antes funcionavam como esconderijo passam a produzir cópias do vírus e a atrair a atenção de outras células de defesa. Os imunologistas apelidaram essa estratégia de *shock and kill*, algo como perturbar e matar. “Esse ensaio clínico foi uma das primeiras tentativas de usar a abordagem *shock and kill* para tratar pessoas”, contou o imunologista italiano Andrea Savarino, do ISS, a *Pesquisa FAPESP*.

**P**ara forçar a eliminação dos reservatórios, os pesquisadores acrescentaram doses de auranofina, um sal contendo ouro usado por anos no combate ao inchaço e à dor nas articulações causados pela artrite reumatoide. Em Roma, Savarino e sua equipe haviam observado que a auranofina eliminava de modo eficaz certos reservatórios do vírus, em especial os linfócitos T CD4 de memória. Administrado ao longo de 24 semanas, o sal de ouro induziu a morte dessas células, que, do contrário, poderiam viver por anos, preservando santuários de HIV dormente no organismo. “A auranofina elimina os linfócitos de memória, mas poupa os *naïve*, que nunca tiveram contato com

o vírus”, relata o virologista ítalo-albanês Iart Luca Shytaj, pesquisador visitante da Unifesp (com apoio da FAPESP) e participante do estudo.

O golpe final para tentar debelar os reservatórios também foi o mais sofisticado. Envolveu o desenvolvimento de uma vacina terapêutica individualizada, elaborada a partir de células de defesa saudáveis do próprio paciente (*ver infográfico*). Esse tipo de imunizante não evita a infecção pelo vírus, mas ajuda a combatê-la. Os pesquisadores selecionaram componentes imaturos (monócitos) do sistema de defesa e, em laboratório, os induziram a se transformarem em células dendríticas.

Essas células desempenham uma função especial no organismo: são os batedores do sistema imune. Encontradas em maior quantidade na pele, nos pulmões e nos intestinos, tecidos que têm contato mais direto com o meio externo, elas vasculham o terreno e, quando encontram estruturas que não pertencem ao organismo, por exemplo, um vírus ou uma bactéria, englobam-nas e as digerem antes de apresentar seus fragmentos para outras células de defesa. Assim, ensinam os linfócitos a reconhecer o invasor e a combatê-lo mais rapidamente.

No ensaio clínico realizado pela equipe da Unifesp, o treinamento das células dendríticas também foi personalizado. Os pesquisadores expuseram as células de cada participante a fragmentos (peptídeos) de uma proteína do HIV extraído do próprio indivíduo. No caso, a proteína escolhida foi a gag, a única que aparece na superfície dos linfócitos T CD4 contendo o HIV dormente. O objetivo era preparar as células da vacina para sinalizar aos outros componentes do sistema imune o que deveriam procurar e combater.

Usando um programa de análise de peptídeos disponível na internet, Savarino e o imunologista Edecio Cunha-Neto, da USP, selecionaram aqueles com maior probabilidade de serem reconhecidos pelo sistema de defesa de cada participante. Mesmo que dois indivíduos sejam portadores de vírus idênticos, os fragmentos da gag que ficam expostos em suas células de defesa podem ser diferentes. Os peptídeos foram depois sintetizados – o total variou de 2 a 6 em cada caso – no laboratório da bioquímica Maria Aparecida Juliano, da Unifesp, e colocados em contato com as células dendríticas antes que fossem reinfundidas nos participantes. Cada voluntário recebeu três doses da vacina celular, administradas com 15 dias de intervalo, após a interrupção do uso dos antirretrovirais, da vitamina B3 e da auranofina. “Como as células haviam sido retiradas do próprio indivíduo, a vacina praticamente não causou efeitos colaterais”, conta Shytaj, que também colaborou no desenvolvimento do

Custommune, uma versão aprimorada do programa de análise de peptídeos.

O desempenho do tratamento foi acompanhado por meio de exames de sangue e de biópsias do intestino. Duas pessoas controlaram temporariamente o vírus: uma identificada com a sigla P27, um homem de 24 anos de idade infectado três anos antes; e outra codificada como P29, um indivíduo de 49 anos que convivia com o vírus fazia oito. Análises do DNA de linfócitos do intestino, um importante reservatório do HIV, deixaram de detectar o material genético viral por ao menos seis meses.

Os outros três integrantes do grupo também apresentaram redução na quantidade de reservatórios do vírus, mas a queda não foi suficiente para eliminar esses santuários. “Talvez a duração do tratamento ou a dosagem não tenha sido adequada, por isso pretendemos fazer alterações em um próximo ensaio clínico”, explica Diaz.

## DE SENTENÇA DE MORTE A DOENÇA CRÔNICA

Em junho de 1981 surgiram nos Estados Unidos relatos médicos de uma forma incomum de pneumonia e de um câncer de pele raro e agressivo em homens gays de São Francisco e Nova York. Eram os primeiros sinais de uma doença que mais tarde viria a ser chamada de síndrome da imunodeficiência adquirida, a Aids, causada por um vírus identificado apenas em 1983 pela virologista francesa Françoise Barré-Sinoussi e seu mentor à época, o também virologista francês Luc Montagnier (1932-2022), ambos do Instituto Pasteur, em Paris, e confirmado independentemente no ano seguinte pela equipe de Robert Gallo, então pesquisador do Instituto Nacional do Câncer dos Estados Unidos. Pela descoberta, Barré-Sinoussi e Montagnier dividiram metade do Nobel de Medicina de 2008 (a outra metade foi para a pesquisa do vírus HPV).

Naqueles primeiros anos dessa pandemia, o diagnóstico de infecção por HIV praticamente correspondia à pena capital: metade dos adultos e das crianças morria até 15 meses após o surgimento dos primeiros sinais da doença. Hoje, uma pessoa com HIV pode viver tanto quanto os indivíduos que nunca tiveram contato com o vírus e chegar à casa dos 70 anos. A principal razão dessa mudança foi o desenvolvimento dos antirretrovirais, que transformaram uma infecção altamente letal em uma doença crônica e controlável.

A primeira medicação aprovada pela agência de controle de medicamentos dos Estados Unidos (FDA) para tratar a infecção foi a azidotimidina (AZT). Também conhecido como zidovudina, esse composto inibe o funcionamento da enzima transcriptase reversa, necessária para a replicação viral.

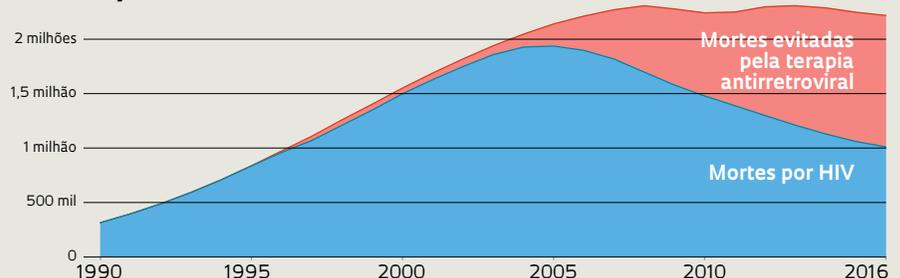
O HIV é um retrovírus. Seus genes estão codificados em uma molécula de RNA e só são lidos pela maquinaria celular depois de convertidos em DNA pela transcriptase reversa. Sozinho, porém, o medicamento se mostrou insuficiente para debelar o vírus.

A partir dos anos 1990 novos compostos foram incorporados quase anualmente ao arsenal anti-HIV. Hoje existem mais de 50 medicamentos usados no combate ao vírus. Eles pertencem a nove famílias de antirretrovirais e interferem em quatro

estágios da replicação do HIV: a entrada na célula, a conversão do RNA em DNA, a inserção do DNA viral no DNA celular e a montagem de novas cópias do vírus. O tratamento costuma se valer do uso de associações de dois ou três desses compostos (os coquetéis).

Em quatro décadas de pandemia, quase 80 milhões de pessoas foram infectadas pelo HIV no mundo, e ao menos 36,3 milhões morreram. Dados do Programa Conjunto sobre HIV e Aids das Nações Unidas (Unaids) indicam que, em meados de 2021, 37,7 milhões de pessoas viviam com o vírus no organismo, dos quais 28,2 milhões recebiam terapia antirretroviral. Em 2016, a Aids causou 1 milhão de mortes (*ver gráfico*). Naquele ano, os antirretrovirais impediram que outro 1,2 milhão morresse.

### A EVOLUÇÃO DOS ÓBITOS



FONTES: UNAIDS E OURWORLDINDATA.ORG

# VACINA TERAPÊUTICA TREINOU CÉLULAS DE DEFESA A DESTRUIR OS RESERVATÓRIOS DO HIV, COMPLEMENTANDO A AÇÃO DOS MEDICAMENTOS

“O trabalho da equipe da Unifesp é um dos que deram mais certo com essa estratégia. Teoricamente, o grupo conseguiu uma cura funcional temporária, de seis meses. É um resultado muito bom”, afirma o virologista Amílcar Tanuri, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), estudioso da diversidade genética do HIV e da resistência do vírus aos medicamentos, que não participou do ensaio clínico. “A estratégia funciona. Agora é preciso ajustá-la para tentar aumentar o tempo de remissão. Será uma batalha para obter o máximo de efetividade com a menor toxicidade possível”, completa o pesquisador, que em 2018

coordenou um estudo mostrando que compostos extraídos do arbusto janaúba (*Euphorbia umbellata*) eram capazes de reativar o HIV latente.

**A** vacina terapêutica ativou algum nível de resposta imune em todos os participantes: os cinco que receberam o tratamento completo (mesmo nos indivíduos que não eliminaram totalmente os reservatórios do vírus) e outros cinco que tomaram só o coquetel reforçado e a vacina (sem uso da vitamina B3 e auranofina). Os linfócitos T desses indivíduos passaram a produzir compostos químicos liberados para combater o vírus, um sinal de que haviam sido ativados pelas células dendríticas, relatam os pesquisadores no artigo da *Aids Research and Therapy*. O ensaio clínico contou ainda com outros quatro braços, cada um com cinco integrantes, submetidos a diferentes combinações de antirretrovirais mais a vitamina ou o sal de ouro. “Os melhores resultados foram obtidos no grupo em que somamos todas as terapias”, conta Diaz.

“É uma ideia fascinante treinar células dendríticas para atingir o reservatório de HIV”, afirmou o hematologista alemão Gero Hütter a *Pesquisa FAPESP*. “Atualmente é uma estratégia bem conhecida, especialmente no tratamento do câncer. As células dendríticas são ‘milagrosas’, fazem coisas que não entendemos bem. O treinamento dessas células descrito no artigo parece ser uma abordagem promissora e menos arriscada do que outras.”

Atualmente diretor médico de uma empresa de terapias imunológicas e celulares, a Cellex Cell, Hütter se tornou internacionalmente conhecido no final dos anos 2000 por ter coordenado o pro-

cedimento que levou ao primeiro caso conhecido de cura do HIV. Em fevereiro de 2007, ele e sua equipe no Hospital Charité, em Berlim, realizaram um transplante de medula óssea em Timothy Ray Brown (1966-2020), um norte-americano que vivia na Alemanha e, além de ser portador do HIV, tinha leucemia, um câncer da medula óssea. Depois de ter seu sistema imune aniquilado por quimioterapia, Brown recebeu a medula óssea de um doador com uma característica especial: suas células não apresentavam a versão funcional de uma proteína, a CCR5, usada pelo vírus para invadir os linfócitos. Conhecido inicialmente apenas como o paciente de Berlim, Brown permaneceu livre do vírus até sua morte em 2020, por leucemia. Um ano antes, um segundo caso de cura do HIV foi noticiado: o do venezuelano Adam Castillejo, paciente tratado em Londres, que também havia recebido quimioterapia e um transplante de medula com a versão alterada da CCR5 para tratar um linfoma. Neste ano, foi reportado um terceiro caso, de uma norte-americana com leucemia que recebeu o transplante de células-tronco de cordão umbilical.

O caso de Brown (reforçado depois pelos outros), a identificação de pessoas (poucas) que naturalmente controlam o vírus e o reconhecimento de que muitos portadores do HIV não têm acesso ou não conseguem aderir ao uso prolongado de antirretrovirais levaram a comunidade científica internacional a priorizar na última década a busca de intervenções capazes de alcançar a remissão duradoura do vírus ou mesmo a cura da infecção. Em um artigo de revisão publicado em dezembro de 2021 na *Nature Medicine*, um grupo liderado pelo imunologista norte-americano Steven Deeks, da Universidade da Califórnia em São Francisco, enumerou uma série de técnicas em desenvolvimento. Elas incluem das vacinas celulares ao uso de anticorpos sintéticos; das terapias com células manipuladas em laboratório à edição gênica. Várias promissoras, mas nenhuma com grandes resultados. “Todas as novas estratégias têm desafios”, lembrou Dieffenbach, dos NIH, a *Pesquisa FAPESP*. E afirmou ainda: “Penso que uma cura funcional será possível em algum momento”.

O ensaio clínico realizado na Unifesp foi classificado como sendo de fase I/II e serve como indicação de que a estratégia pode funcionar – é a chamada prova de conceito. Apesar de animadores, os resultados devem ser vistos com cautela. Apenas estudos com um número bem maior de pessoas permitirão confirmar a segurança da abordagem e verificar sua eficácia. Diaz e seus colaboradores já preparam o próximo passo. Planejam iniciar em alguns meses o teste em 60 indivíduos de uma versão aprimorada do tratamento. ■

Os projetos e os artigos científicos consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.

# DEU ZEBRA NO RIO

Peixe transgênico fluorescente importado é encontrado em riachos mineiros na bacia do Paraíba do Sul

Meghie Rodrigues

**A**preciado por colecionadores de peixes ornamentais e usado como organismo modelo em pesquisas científicas, o zebrafish (*Danio rerio*) é uma espécie de água doce originária da Ásia. No Brasil, é conhecido como paulistinha devido a suas listras longitudinais de tom azul escuro e prateado que lembrariam a bandeira do estado de São Paulo (ver Pesquisa FAPESP nº 209). Empresas no exterior vendem uma versão transgênica do paulistinha dotada de genes de anêmonas e de medusas que o tornam fluorescente nas cores verde, vermelha, laranja e azul. Essa variante é um sucesso comercial. Embora sua importação seja proibida no Brasil desde 2008, o paulistinha modificado pode ser encontrado em aquários de particulares e, segundo um estudo recente, até em riachos nacionais.

Um trabalho publicado em fevereiro deste ano na revista científica *Studies on Neotropical Fauna and Environment* relata que mais de uma centena de exemplares desses peixes transgênicos foi encontrada em riachos das sub-bacias dos rios Glória e Muriaé, afluentes mineiros da bacia do rio Paraíba do Sul. Pesquisadores das universidades federais de São João del-Rei (UFSJ), de Minas Gerais, e de Segipe (UFS) fizeram coletas de campo em cinco riachos nos municípios de Vieiras e Muriaé em 2015, 2017 e 2018. Os paulistinhas fluorescentes foram capturados em dois córregos, Lopes e Queiroga, que ficam perto dos municípios de Vieiras e Glória.

“É uma descoberta preocupante”, diz o ecólogo André Magalhães, da UFSJ, principal autor do estudo. “Não sabemos ao certo que efeitos a alimentação e a proliferação desse peixe transgênico

podem provocar na fauna nativa.” Na região mineira, o paulistinha não tem predadores naturais onde foi encontrado e há alimentos de sua preferência em abundância, como insetos aquáticos e zooplâncton. Ao longo do ano, a temperatura das águas dos riachos se mantém relativamente constante, entre 24 °C e 30 °C, característica que favorece a reprodução da espécie em todas as estações.

Magalhães e seus colegas temem que peixes nativos, como o lambari do rio (*Deuterodon janiroensis*), que tem hábitos alimentares semelhantes, possam ficar em desvantagem se tiverem de competir por comida com o paulistinha transgênico. “Se vier a ocorrer a extinção do lambari ou de qualquer espécie local, quebra-se um elo da cadeia alimentar desse ecossistema, o que pode desequilibrar toda a vida do riacho”, comenta o ecólogo. De acordo com o pesquisador, o zebrafish transgênico ainda não pode ser considerado uma espécie invasora da bacia, mas pode vir a ser se nada for feito. A variante fluorescente parece adaptar-se sem problemas aos riachos.

A variedade selvagem do zebrafish, também conhecido como paulistinha, tem listras em tom azul-escuro e prateado





2

A versão fluorescente e transgênica do peixe pode ser de várias cores, como avermelhada e esverdeada

Nos arredores dos cursos d'água em que foram capturados os paulistinhas, há um importante polo de piscicultura ornamental, em Muriaé, na Zona da Mata mineira. Ali o paulistinha selvagem, cuja importação é legal, é cultivado em tanques que, muitas vezes, têm ligações com os riachos. As duas versões, a comum e a transgênica, especialmente a variedade esverdeada, são muito parecidas. A cor brilhante da versão modificada torna-se mais visível quando o peixe é exposto à luz ultravioleta. Por isso, os pesquisadores suspeitam que exemplares esmeraldinos tenham sido importados e, posteriormente, criados em cativeiro misturados à espécie selvagem.

Isso estaria ocorrendo sem que os próprios criadores de paulistinha tenham se dado conta da possível mescla em seus tanques de reprodução. Segundo o estudo, alguns peixes transgênicos podem ter escapado dos criadouros e chegado aos riachos, onde se reproduziram. Essa fuga pode ter ocorrido no momento de esvaziamento de algum tanque, que nem sempre tem métodos de contenção. “Recomendamos usar telas de nylon nos canos de descarga que desembocam nos rios”, diz Magalhães.

**P**ara a zoóloga Carla Pavanelli, da Universidade Estadual de Maringá (UEM), do Paraná, que não participou do estudo, o artigo é importante por tratar de um tema pouco estudado, que pode ter impactos negativos sobre espécies nativas pescadas por comunidades locais, como o lambari do rio. “Além disso, a pesquisa chama a atenção para a legislação brasileira sobre espécies exóticas e boas práticas para esse tipo de criação”, comenta a especialista em peixes neotropicais.

O biólogo celular Hernandes Carvalho, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), também sem envolvimento com o estudo feito na UFSJ, destaca que o emprego de paulistinhas modificados geneticamente para fins de pesquisa científica ocorre de forma controlada. “Nos laboratórios, esses peixes estão contidos por barreiras seguras”, diz Carvalho. Seu grupo, por exemplo, usa exemplares da espécie com DNA alterado para estudar o papel de genes e proteínas relacionados ao desenvolvimento do coração. Os peixes são utilizados em uma fase anterior a testes em roedores que, posteriormente, podem evoluir para aplicações em humanos.

Segundo o pesquisador da Unicamp, a criação de um peixe transgênico ou de uma espécie exótica, vinda de outro lugar, em um determinado ambiente não é, necessariamente, um fato negativo. A seu ver a situação se torna complicada quando a espécie introduzida escapa de sua zona de segurança e entra em um hábitat não previsto. “A tilápia é um animal exótico, de origem africana, e é cultivada no Brasil e em vários países. Introduções como essa ocorrem com certa frequência”, comenta Carvalho. “O problema é ter peixes transgênicos livres na natureza, que podem causar impacto ambiental. Mas é importante separar cada situação – até para não proibir a importação de animais, como o paulistinha, que são importantes para a pesquisa científica.” ■

#### Artigo científico

MAGALHÃES, A. L. B. *et al.* The fluorescent introduction has begun in the southern hemisphere: Presence and life-history strategies of the transgenic zebrafish *Danio rerio* (Cypriniformes: Danionidae) in Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. On-line. 3 fev. 2022.

Esquilo listrado  
começa processo de  
maturidade sexual  
durante sua  
primeira temporada  
de hibernação

# SEGREDOS DA HIBERNAÇÃO

Período de inatividade no  
inverno parece retardar  
o envelhecimento e permitir  
a maturação sexual em animais

Eduardo Geraque

**D**ois estudos feitos por pesquisadores brasileiros nos Estados Unidos tratam de efeitos pouco conhecidos associados a um estado de inatividade e baixo metabolismo adotado por alguns animais de clima temperado no período mais frio do ano, quando a disponibilidade de comida diminui: a hibernação. Um dos trabalhos sugere que os processos moleculares ligados à hibernação suspendem o envelhecimento biológico em uma espécie de marmota. O outro sinaliza que os machos de um tipo de esquilo iniciam sua maturação sexual também durante esse período.

A bióloga brasileira Gabriela Medeiros de Pinho é a primeira autora de um artigo publicado em março na revista científica *Nature Ecology & Evolution* em que estuda alterações químicas do DNA associadas ao envelhecimento da marmota-de-ventre-amarelo (*Marmota flaviventris*). Esse roedor, que pesa cerca de 5 quilos e vive em média cinco anos, habita áreas elevadas, acima dos 2 mil metros de altitude, do oeste norte-americano e do sudoeste canadense. Entre sete e oito meses no ano, a marmota hiberna em tocas debaixo da terra e deixa de se alimentar.

Ao lado de colegas da Universidade da Califórnia em Los Angeles (Ucla), nos Estados Unidos, onde se doutorou no ano passado, Pinho analisou 149 amostras de sangue coletadas ao longo da vida de 73 fêmeas da espécie. Os pesquisadores não trabalharam com machos porque eles se dispersam de suas áreas natais, o que dificulta estimar sua idade cronológica. A população de marmotas estudada se encontra na Floresta Nacional de Gunnison, no Colorado, e é de vida livre.

“Nas fases de torpor do período de hibernação, as marmotas queimam 1 grama [g] de gordura por dia, quase nada, e praticamente todos os processos fisiológicos são desligados”, explica a bióloga, que agora trabalha na organização não governamental Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ). A fase de torpor é quando o animal reduz seu metabolismo ao mínimo e sua temperatura corporal pode chegar a 5 graus Celsius (5° C). Os batimentos cardíacos e a respiração tornam-se muito espaçados. O

animal fica rígido e deitado, como se estivesse congelado.

Durante a hibernação, as marmotas alternam períodos prolongados de torpor, que costumam durar uma ou duas semanas, com breves fases de atividade (ou de alerta), que não ultrapassam 24 horas seguidas. O metabolismo desliga durante o torpor, mas funciona normalmente quando o animal está na fase ativa. “A soma de todas as fases de torpor da marmota equivale a 88% do período de hibernação. Em geral, animais que hibernam vivem mais do que seria esperado baseado no seu peso corporal. A indução em laboratório do estado de torpor em ratos, uma espécie que não hiberna na natureza, também aumenta sua sobrevivência”, informa a bióloga.

#### MAIS TESTOSTERONA

A hibernação é um processo que, por vezes, provoca consequências inesperadas nas espécies que adotam esse mecanismo de sobrevivência. Em um artigo publicado em março no periódico científico *Current Biology*, o bioquímico brasileiro Rafael Dai Pra, que faz doutorado na Universidade Yale, relata que o esquilo listrado (*Ictidomys tridecemlineatus*) começa o processo de maturação sexual durante sua primeira temporada de hibernação. Isso significa que, apesar de perder peso e passar por um estresse energético em meio aos rigores de um inverno sem comida, o jovem animal consegue se desenvolver a ponto de se tornar apto a iniciar sua vida reprodutiva.

Os pesquisadores reproduziram em laboratório por mais de seis meses as condições de hibernação enfrentadas na natureza pela espécie, que vive na parte setentrional da América do Norte. Um grupo de cerca de 50 filhotes foi alojado em tocas individuais, mantidos

no escuro, sem comida e água, e a uma temperatura ambiente de 4 °C. Uma série de parâmetros, inclusive cerebrais, foi medida durante o período da hibernação, mais especificamente nas fases de alerta (breves momentos que duram algo entre 24 e 48h).

“Constatamos que o chamado eixo reprodutivo do hipotálamo [estrutura cerebral] se torna ativo durante as fases de alerta e grupos de neurônios são ativados”, explica Dai Pra, primeiro autor do artigo. “Nesses intervalos de alerta, o animal sai do torpor, sua temperatura interna sobe de 4 °C para 37 °C, ocorre produção de hormônios, como testosterona, e os testículos começam a se desenvolver.” Nos intervalos de alerta, apesar de todas essas alterações, os animais não comem nem bebem água. Ao final do estudo, os meses de hibernação fizeram os esquilos perder cerca de 120 g, metade do seu peso usual.

Depois do estudo descritivo que associa hibernação e maturação sexual, o grupo de Yale quer investigar com mais detalhes os processos que ajudam a explicar esse fenômeno. Na natureza, os filhotes dessa espécie de esquilo, que atinge cerca de 30 centímetros de comprimento na fase adulta, costumam nascer entre os meses de março e abril, quando o frio mais severo no hemisfério Norte ficou para atrás. Em setembro, com o fim do verão, iniciam seus sete meses de hibernação. “Essa questão de entender o papel do cérebro na hibernação é um dos pontos mais interessantes da pesquisa”, afirma Dai Pra. ■

#### Artigos científicos

PINHO, G. M. *et al.* Hibernation slows epigenetic ageing in yellow-bellied marmots. *Nature Ecology & Evolution*. On-line. 7 mar. 2022.

DAI PRA, R. *et al.* Ground squirrels initiate sexual maturation during hibernation. *Current Biology*. On-line. 3 mar. 2022.



Processos moleculares ligados à hibernação suspendem o envelhecimento biológico da marmota-de-ventre-amarelo

# A ORIGEM DAS MONTANHAS

Estudo baseado em simulações computacionais propõe explicação para o surgimento das serras do Mar e da Mantiqueira

**Tiago Jokura**

**M**odelos computacionais foram capazes de reproduzir o surgimento de duas importantes cadeias montanhosas da região Sudeste. Segundo estudo de pesquisadores do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP), as serras do Mar e da Mantiqueira surgiram como consequência de processos locais, combinando características da estrutura física da Terra e processos de erosão que ocorreram por dezenas de milhões de anos. Por volta de 60 milhões de anos atrás, teria ocorrido o estabelecimento do Rifte Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), uma depressão alongada delimitada por falhas, resultando na formação de várias bacias sedimentares, como as de Taubaté e de São Paulo. A formação dessas bacias separou duas grandes escarpas, a serra do



A formação da serra do Mar foi emulada com o auxílio de um software criado na USP

tectônicos originados na própria região teriam sido suficientes para criar uma falha, uma ruptura, na crosta terrestre superior e provocar o surgimento do RCSB. “A formação desse rifte tem origens locais. Não é preciso invocar, por exemplo, o tectonismo dos Andes, ocorrido a milhares de quilômetros de distância, para explicá-lo”, afirma o geofísico.

**O**s resultados do trabalho se apoiam na modelagem numérica e na observação de três características geológicas da margem continental do Sudeste brasileiro: o grau de acoplamento entre a crosta (fina camada sólida superficial da Terra) e o manto (grossa camada viscosa, situada imediatamente abaixo da crosta); a magnitude e a extensão da erosão costeira; e a preexistência de zonas de fraqueza na crosta continental. Para realizar centenas de simulações – cada uma delas com duração de três dias a uma semana, dependendo do número de equações simultâneas –, o grupo, que conta com financiamento da FAPESP, contratou máquinas no Google Cloud Platform. “Foram várias dezenas de milhares de horas de simulação numérica rodando em dezenas de núcleos de processamento ao mesmo tempo”, detalha Sacek.

O ponto de partida para calcular a interação entre esses três fatores numa escala de tempo geológico, da ordem de dezenas de milhões de anos, foi a separação entre os continentes africano e sul-americano, que teve início por volta de 140-130 milhões de anos atrás. Essa viagem simulada no tempo sugeriu a presença de uma crosta inferior com viscosidade relativamente baixa, característica que teria facilitado o desacoplamento da crosta superior e contribuído para o surgimento de falhas geológicas. “Para ilustrar a interação entre a parte superior e a inferior da crosta, costumamos propor a imagem de um sanduíche com pasta de amendoim. Se o recheio for menos viscoso, maior é a mobilidade e menor o acoplamento entre os ‘pães’. Geologicamente falando, é um cenário que potencializa o surgimento de falhas e regiões mais suscetíveis a deformações”, explica Sacek.

O grupo liderado pelo geofísico da USP até tentou usar programas criados no exterior para simular a formação do RCSB, mas não encontrou nada pronto com as

características que procurava. Uma das exigências era de que o software comportasse ferramentas capazes de resolver algumas equações que regem o comportamento físico das rochas no tempo geológico. A alternativa foi desenvolver um programa próprio, o Mandyoc, forma abreviada de Mantle Dynamics Simulator Code. “O grande desafio para o software era dar conta de simular conjuntamente dois processos: a dinâmica interna da Terra, numa escala de centenas de quilômetros de profundidade, e a ocorrência de erosão e sedimentação, fenômenos mais superficiais da crosta”, diz Silva.

“O programa é uma ferramenta matematicamente robusta, que permite testar numericamente diferentes hipóteses”, comenta o geólogo Claudio Riccomini, do Instituto de Geociências da USP (IG-USP), que não participa dos estudos de Sacek e Silva. Os geofísicos Jamison Assunção, aluno de doutorado do IAG, e Agustina Pesce, da Universidade Nacional de San Juan, na Argentina, também participaram da criação do Mandyoc.

Os autores do trabalho pretendem usar o software para modelar o processo de deformação do Rifte Continental do Sudeste do Brasil em um período mais específico do tempo geológico, os últimos 36 milhões de anos. “Esse conjunto de eventos é relevante em termos aplicados, por exemplo, para a prospecção de petróleo, pois deve ter alcançado a porção marinha adjacente à costa do Sudeste do Brasil, nas bacias de Santos e Campos”, explica Riccomini. O Mandyoc é um programa baseado em código livre e está disponível para download gratuito na plataforma colaborativa Github. Ainda neste ano, os geofísicos do IAG devem publicar um trabalho científico com uma descrição completa das funcionalidades do programa. ■

## Projetos

1. Evolução da bacia hidrográfica do rio Amazonas: Surgimento dos Andes, clima e outros processos geodinâmicos (nº 17/24870-5); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Regular; **Pesquisador responsável** Victor Sacek (USP); **Investimento** R\$ 142.098,05.
2. Evolução do campo de esforços na litosfera: Uma abordagem numérica (nº 17/10554-4); **Modalidade** Bolsa de Doutorado; **Pesquisador responsável** Victor Sacek (USP); **Bolsista** Rafael Monteiro da Silva; **Investimento** R\$ 179.976,72.

## Artigo científico

SILVA, R. M. & SACEK, V. Influence of surface processes on postrift faulting during divergent margins evolution. *Tectonics*. 19 jan. 2022.

FÍSICA



MUITO MAIS MATÉRIA QUE

ANTIMATÉRIA

## Partícula rara decai e se desintegra sete vezes mais do que sua antipartícula em estudo feito por brasileiros no Cern

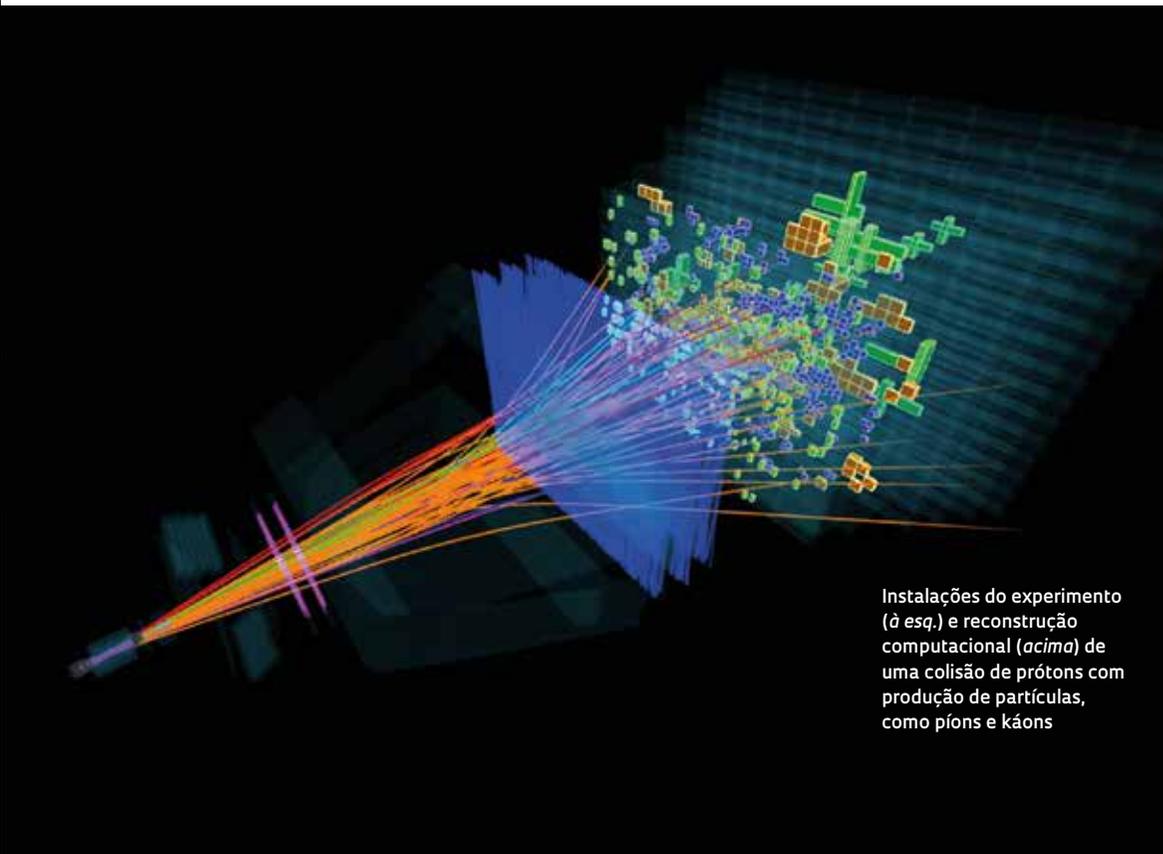
Marcos Pivetta

Um dos grandes mistérios da cosmologia é a chamada assimetria matéria/antimatéria presente desde o Big Bang, a explosão primordial que teria dado origem ao Universo cerca de 13,8 bilhões de anos atrás. Esse desequilíbrio é caracterizado pela maior presença de partículas, como prótons, nêutrons e elétrons, do que de suas respectivas antipartículas (antiprótons, antinêutrons e pósitrons). Cada tipo de antipartícula tem propriedades como massa e energia idênticas às das partículas, mas com carga elétrica e alguns parâmetros quânticos de valor reverso. O elétron, por exemplo, é uma partícula com carga negativa. O pósitron, sua antipartícula, é positivo. Em tese, a mesma quantidade de matéria e de antimatéria, que são geradas simultaneamente como gêmeos univitelinos, deveria existir no Cosmo. Mas quase tudo que se observa no Universo visível, desde os átomos até as galáxias, é composto de partículas, não de antipartículas.

Em laboratório, uma forma de tentar entender a assimetria matéria/antimatéria do Universo

é analisar como a produção de certos tipos de partículas e antipartículas subatômicas está em desacordo com uma lei fundamental da física denominada simetria de carga e paridade (CP). Esse princípio prevê que a taxa de decaimento de uma partícula e de sua respectiva antipartícula deveria ser a mesma. O decaimento é um processo espontâneo em que partículas e antipartículas instáveis se fragmentam e produzem outras partículas e antipartículas mais leves. Um estudo liderado por um grupo de brasileiros conduzido no maior acelerador de partículas do mundo, o Grande Colisor de Hádrons (LHC), registrou o maior grau de violação dessa lei, da simetria CP, medido até hoje em laboratório. O LHC é um dos laboratórios do Centro Europeu para Pesquisa Nuclear (Cern), que se situa nos arredores de Genebra, na Suíça, na divisa com a França. No início de março, o governo federal assinou um acordo que prevê a entrada do Brasil como membro associado da instituição (*ver box na página 63*).

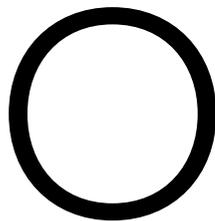
Segundo o trabalho, formas raras de uma efêmera partícula subatômica denominada méson B passam pelo processo de decaimento com uma



Instalações do experimento (à esq.) e reconstrução computacional (acima) de uma colisão de prótons com produção de partículas, como píons e káons

frequência quase sete vezes maior do que sua respectiva antipartícula. “Se a violação da simetria CP fosse da ordem de 10%, nosso resultado poderia ser facilmente explicado pela física corrente. Mas o nível de desacordo que medimos não era esperado”, comenta, em entrevista a *Pesquisa FAPESP*, o físico Ignácio Bediaga, pesquisador do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e coordenador do grupo que fez o estudo. “Uma violação tão acentuada pode ser decorrência de interferências quânticas ou de algum mecanismo físico que ainda não conhecemos.”

O resultado do trabalho, ainda não submetido para publicação em uma revista científica, foi obtido por uma equipe de 12 físicos brasileiros e uma hondurenha que fazem parte da colaboração internacional LHCb. Essa iniciativa conta com a participação de 1.400 pesquisadores, técnicos e engenheiros de 18 países. Afora pesquisadores do CBPF e de brasileiros em universidades do exterior, a equipe inclui físicos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), da Universidade de Brasília (UnB) e também uma colega da Universidade Nacional Autônoma de Honduras. O LHCb é um dos quatro experimentos principais conduzidos no LHC, cujo acelerador de partículas ocupa um túnel circular de 27 quilômetros de extensão situado 100 metros abaixo da superfície.



grau de confiabilidade do dado produzido pelo trabalho dos brasileiros ultrapassa 5 sigmas, ou seja, há menos de uma chance em 3,5 milhões de a medida final ser decorrente de um erro ou

flutuação estatística. Além de ser relevante para a própria física de partículas, a medida pode ter implicações importantes na área de cosmologia, que estuda a origem e a evolução do Universo, embora ainda seja prematuro, segundo os pesquisadores, avançar em demasia nesse tipo de especulação.

A exemplo de outras partículas instáveis, os mésons B são produzidos em decorrência de colisões entre prótons acelerados a velocidades próximas à da luz no interior do LHC. No trabalho, os físicos observaram a frequência com que os mésons B com carga elétrica positiva ou negativa (e suas respectivas antipartículas) se transformam em uma de quatro combinações possíveis de três partículas mais leves: três píons; três káons; dois píons e um káon; e dois káons e um pión. No início do Universo, entre outros processos, deve ter havido produção de mésons B e ocorrido esse tipo de decaimento.

A partir do registro de bilhões de colisões de prótons no LHC, os pesquisadores conseguiram observar cerca de 100 mil eventos em que, em trilionésimos de segundo, mésons B carregados

eletricamente decaíram e geraram píons e káons. “Analisamos dados do segundo ciclo de colisões de prótons que ocorreu no LHC entre 2015 e 2018”, diz a física Laís Soares Lavra, que faz estágio de pós-doutorado na Universidade de Clermont Auvergne, na França, e integra o grupo brasileiro do LHCb. “Estamos há cinco anos analisando os dados e produzindo esse estudo.” Em seu doutorado, Lavra trabalhou com dados preliminares do LHCb.

Produzir trabalhos que possam ajudar a compreender melhor o predomínio da matéria sobre a antimatéria é o objetivo central do experimento LHCb. A quebra da simetria CP é o único princípio incorporado ao chamado Modelo Padrão da física que tenta interpretar a produção ligeiramente desigual de partículas e antipartículas desde o Big Bang. O Modelo Padrão é a teoria dominante que, há meio século, explica as partículas constituintes da matéria e quase todas as suas formas de interação (força eletromagnética, nuclear forte e nuclear fraca). A única força não coberta pelo modelo é a gravidade.

A rigor, a quebra da simetria CP foi uma condição necessária para que o próprio Universo, e tudo



Imagem de satélite mostra um pulsar dentro da Nebulosa do Caranguejo, que emite um jato de partículas e antipartículas perpendicular ao seu anel

# Brasil assina acordo para entrar no Cern

Adesão do país ao centro europeu como membro associado ainda precisa ser ratificada pelo Congresso Nacional

Em 3 de março, o ministro da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), Marcos Pontes, assinou na sede do Cern, na Suíça, acordo que prevê a adesão do Brasil como membro associado do centro de pesquisa europeu, que conta com o maior acelerador de partículas do mundo, o LHC. Desde setembro de 2021, o Cern tinha dado o sinal verde para o país tocar adiante seu processo de entrada. Para ser implementado, o acerto ainda precisa ser ratificado pelo Congresso Nacional. Em seguida, o país passa a pagar uma taxa ao Cern, estimada em aproximadamente € 10 milhões (R\$ 53 milhões) por ano.

Criado em 1954, o Cern conta atualmente com 23 países-membros, todos da Europa, com exceção de Israel. Outros sete foram aprovados como membros associados e três estão no meio do processo de ser aceito pelo centro com esse *status*, o mesmo que o Brasil pleiteia. Mais de 12 mil pesquisadores de 110 países fazem pesquisa no centro.

O orçamento anual do Cern é da ordem de € 1,2 bilhão, e o valor da contribuição de cada país é calculado de acordo com o tamanho do Produto Interno Bruto (PIB) e outros fatores de correção. Estados-membros plenos pagam

bem mais do que os associados. Maior financiadora do centro, a Alemanha, por exemplo, deve destinar € 240 milhões ao centro neste ano. A contribuição da Índia, que é um membro associado e tem uma economia 80% maior do que a brasileira, será de € 17 milhões em 2022.

Pleito da comunidade brasileira de físicos há mais de uma década, a entrada do país no Cern poderá trazer benefícios à ciência e indústria nacional. Os pesquisadores brasileiros terão o direito de atuar de forma mais ampla nos experimentos do LHC e em outros laboratórios do centro, e o Brasil terá assento em comitês que definem os rumos da organização.

As empresas nacionais poderão participar de concorrência para fornecer serviços e equipamentos ao Cern, que periodicamente tem de modernizar suas instalações.

A organização tem planos para construir uma versão quatro vezes maior do LHC nas próximas décadas, o Future Circular Collider (FCC). Os grandes ímãs usados nos aceleradores de partículas empregam ligas com nióbio. O Brasil é dono de cerca de 98% dos depósitos de nióbio em operação no mundo.



Um dos prédios do Cern, na divisa da Suíça com a França

que há nele, exista. Se a quantidade de matéria e antimatéria fosse exatamente igual, haveria apenas energia no Cosmo. Isso porque, sempre que uma partícula se encontra com sua antipartícula, as duas se aniquilam de imediato. Elas desaparecem instantaneamente e liberam algum tipo de luz (radiação eletromagnética). Estudos indicam que a quase totalidade da antimatéria do Universo sumiu menos de um segundo após o Big Bang. Restou praticamente só a matéria produzida em excesso.

“Os resultados desse trabalho do grupo brasileiro no LHCb são muito importantes”, comenta o físico teórico Tobias Frederico, do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), que colabora com Bediaga do CBPF, sem, no entanto, fazer parte da equipe brasileira que atua no experimento internacional. “Mas ainda não é possível usá-los como uma possível explicação para o excesso de matéria em relação à antimatéria no Universo. No momento, fazer esse tipo de ligação seria um salto muito grande. Pode haver outras explicações que justifiquem o grau elevado de violação da simetria CP obtido.”

O físico teórico argentino Gustavo Burdman, da Universidade de São Paulo (USP), também concorda que a contribuição do estudo é relevante e merece reconhecimento. Ele, no entanto, ressalta que o elevado grau de violação da simetria CP medido pelo grupo do CBPF não é necessariamente surpreendente. “A física teórica tem dificuldade de fazer previsões consistentes sobre qual nível de violação da simetria CP seria considerado normal ou aceitável para esse tipo específico de decaimento de mésons B”, explica Burdman. “Por isso, não é trivial extrair alguma informação do experimento que possa ser relevante para o entendimento da assimetria entre matéria e antimatéria no Universo.”

O pesquisador da USP ressalta que a existência de violação da simetria CP é uma condição necessária, mas não suficiente para explicar o predomínio da matéria no Universo. Outras alterações ao longo da história do Cosmo, como um período de desequilíbrio térmico, devem ter contribuído para o sumiço quase total da antimatéria. ■

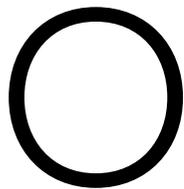
ENERGIA

Experimento na UFSCar com célula de eletrólise de água para geração de hidrogênio feita com catalisador de fosfeto de níquel

# HIDROGÊNIO VERDE NO HORIZONTE

Projetos do setor produtivo e pesquisas acadêmicas tentam colocar o Brasil no mapa mundial do gás sustentável

Domingos Zapparoli



Brasil está fazendo um esforço para entrar no mapa global de produção de H<sub>2</sub>V (H<sub>2</sub> de hidrogênio e V de verde), combustível limpo com potencial para atender demandas do setor elétrico e automotivo com baixo impacto ambiental. Até o final deste ano, a EDP Brasil, uma das empresas líderes do setor de energia no país, planeja iniciar as atividades em uma unidade-piloto de produção de H<sub>2</sub>V em São Gonçalo do Amarante, no Ceará. O hidrogênio será obtido por meio da eletrólise da água, um processo químico que utiliza corrente elétrica para decompor a água em seus constituintes, hidrogênio (H, formando H<sub>2</sub>) e oxigênio (O, formando O<sub>2</sub>) existentes na molécula de água (H<sub>2</sub>O). Quando o processo de eletrólise emprega fontes renováveis de energia, como eólica, solar ou biomassa, o hidrogênio é classificado como verde. A usina da EDP utilizará energia fotovoltaica e terá capacidade para produzir 22,5 quilos (kg) de hidrogênio por hora. O investimento previsto é de R\$ 41,9 milhões.

Frequentemente apontado como o combustível do futuro, o hidrogênio tem alto poder calorífico, quase três vezes superior ao do diesel, da gasolina e do gás natural. Ao ser transformado em energia – alimentando um motor a combustão ou em qualquer outra aplicação –, não emite gases de efeito estufa (GEE). O hidrogênio residual liberado na atmosfera, em contato com o oxigênio, resulta em vapor-d'água.

Elemento mais abundante do Universo, o hidrogênio é raramente encontrado de forma isolada na Terra, mas está presente em inúmeros compostos, incluindo água, combustíveis fósseis e diferentes tipos de biomassa. A obtenção do gás, nesses casos, depende dos processos envolvidos. O mais comum deles é a reforma a vapor, uma reação química de hidrocarbonetos, comumente gás natural, com água. O hidrogênio produzido por essa via é denominado de cinza, uma vez que seu processo de conversão libera CO<sub>2</sub> na atmosfera, ou azul, quando o gás carbônico gerado durante sua produção é capturado e armazenado geologicamente.

O hidrogênio verde produzido na usina-piloto cearense será utilizado para substituir parte do carvão mineral que abastece a Usina Termelétrica do Pecém (UTE Pecém). “É um projeto de pesquisa e desenvolvimento [P&D] que nos permitirá entender o ganho energético proporcionado pelo hidrogênio, com poder energético mais de quatro vezes superior ao do carvão”, diz Cayo Moraes, gestor de operação da EDP.

A usina-piloto de H<sub>2</sub>V também permitirá à companhia observar a viabilidade técnica, regulatória e econômica da produção do combustível. A expectativa é que a unidade forneça os subsídios necessários para a decisão sobre a implementação de uma planta em escala industrial no estado. Nes-

se caso, o hidrogênio poderá ser exportado para companhias energéticas europeias, gerar combustível veicular ou abastecer empresas industriais.

O projeto é visto por especialistas do setor energético como o primeiro de uma série de iniciativas voltadas à produção de hidrogênio verde no país. Apenas o governo do Ceará já soma 14 memorandos de entendimento com grupos privados interessados em produzir o combustível no estado. “Talvez nem todos se viabilizem. Mas se a metade dos acordos se tornar efetivo, teremos o equivalente a uma Itaipu em operação no Ceará entre 2025 e 2030”, declara Roseane Medeiros, secretária-executiva da Indústria da Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Trabalho do Estado do Ceará (Sedet). A hidrelétrica de Itaipu, a maior do país, tem potência instalada de 14 gigawatts (GW).

Rio Grande do Norte, Piauí, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul também informam possuir memorandos assinados com grupos geradores de energia. A corrida pela atração de projetos de produção de hidrogênio verde é global. Chile, Japão, Alemanha, Holanda, Estados Unidos, Coreia do Sul, Austrália e China são alguns dos países que anunciaram programas nacionais de estímulo ao desenvolvimento tecnológico e à produção de H<sub>2</sub>V.

#### **PARTICIPAÇÃO ÍNFIMA**

O mundo soma 520 projetos de usinas de hidrogênio, segundo o Hydrogen Council, associação que reúne representantes dos maiores produtores do gás. Se confirmados, demandarão investimentos de US\$ 160 bilhões. A estimativa da associação é que a produção do combustível ultrapasse 600 milhões de toneladas por ano (mt/ano) e responda por 22% da demanda mundial de energia em 2050, o que permitiria uma redução de 20% nas emissões de GEE no mundo. As projeções da Agência Internacional de Energia Renovável (Irena) são mais modestas. Para ela, o setor irá produzir 409 mt/ano em 2050, o que responderá, nos cálculos da entidade, por 12% da demanda global de energia.

Atualmente, a contribuição do hidrogênio na matriz energética mundial é ínfima. Praticamente todo o hidrogênio produzido, pouco mais de 100 milhões de toneladas anuais, é utilizado com finalidades químicas em processos industriais, como o refino de petróleo, na produção de fertilizantes, em siderúrgicas e na indústria química.

Especialistas preveem que o processo produtivo de H<sub>2</sub>V predominante nos próximos anos será o de eletrólise da água – o mesmo proposto para a usina-piloto cearense. Esse método será obtido principalmente por plantas equipadas com eletrolisadores (equipamentos responsáveis pelo processo de eletrólise) abastecidos por fontes de energia renovável, garantindo que todo o processo seja isento de GEE (*ver infográfico na página 66*).

Uma das principais barreiras para maior oferta de hidrogênio verde no mundo é a necessidade de ganhos de maturidade tecnológica na cadeia produtiva do hidrogênio, informa o relatório “Geopolitics of the energy transformation: The hydrogen factor”, divulgado pela Irena em janeiro. Outra é o alto custo produtivo e logístico.

**S**egundo a Agência Internacional de Energia (IEA), o custo do quilo do hidrogênio cinza é de pouco mais de US\$ 1 – o que permite que seja competitivo em relação ao gás natural. O hidrogênio azul custa em média US\$ 2,3 por quilo. O quilo do hidrogênio verde fica entre US\$ 3 e US\$ 8, dependendo da fonte de energia utilizada e a região do mundo onde essa energia é produzida. A expectativa da Irena é que a ampliação da oferta de energias renováveis no mundo e ganhos de escala produtiva tornem o hidrogênio verde competitivo com o azul em 2030 e, no decorrer da próxima década, os custos produtivos se aproximem do apresentado pelo hidrogênio cinza.

De acordo com o Plano Nacional de Expansão de Energia (PDE 2031), elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), instituição ligada ao Ministério de Minas e Energia, o Brasil reúne condições para produzir hidrogênio verde mais barato que a média internacional. O custo estimado

do H2V – uma vez que ainda não há produção efetiva – está entre US\$ 2,2 e US\$ 5,2 por quilo no país.

“A popularização do hidrogênio se dará por necessidade. Vivemos uma emergência ambiental e o mundo já percebeu que não é possível mais depender de combustíveis fósseis para gerar eletricidade e abastecer veículos”, diz o engenheiro Paulo Emilio Valadão de Miranda, diretor do Laboratório de Hidrogênio do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe/UFRJ) e presidente da Associação Brasileira de Hidrogênio (ABH2).

#### ELETROLISADORES

Uma oportunidade para reduzir os custos da produção de hidrogênio é aumentar a eficiência dos eletrolisadores. Pesquisadores do Centro de Desenvolvimento de Materiais Funcionais da Universidade Federal de São Carlos (CDMF-UFSCar), um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) financiados pela FAPESP, estudam materiais capazes de reduzir o consumo de energia no processo químico de decomposição da molécula da água. Como explica a química Lúcia Helena Mascaro Sales, diretora de pesquisa do projeto, um dos melhores materiais catalisadores – substâncias que aumentam a velocidade das reações químicas na eletrólise – são os metais nobres, principalmente a platina. Níquel, cobalto ou molibdênio também

## O ciclo produtivo do H2V

O processo predominante nos próximos anos deverá ser o da eletrólise da água



Carro é abastecido com hidrogênio em uma estação de combustível em Antuérpia, na Bélgica



podem ser utilizados associados a ligas de ferro ou como sulfetos com ótimo desempenho.

A equipe da UFSCar pesquisa o uso de materiais como óxido de titânio modificado com sulfeto de molibdênio ou diferentes ligas compostas por níquel, cobre, molibdênio e ferro. “Em escala de laboratório, demonstramos que é possível reduzir significativamente o consumo de energia na eletrólise da água”, diz Mascaro. A petroleira anglo-holandesa Shell, copatrocinadora com a FAPESP em outro projeto de pesquisa do qual Mascaro participa, sobre portadores densos de energia, tem interesse em testar os catalisadores desenvolvidos em plantas-piloto em Amsterdã, nos Países Baixos, e em Houston, nos Estados Unidos.

**N**a Universidade Federal do Ceará (UFC), a professora Adriana Nunes Correia, do Departamento de Química Analítica e Físico-química, também investiga materiais metálicos capazes de aumentar a eficiência e reduzir custos dos eletrolisadores. A proposta da pesquisa, ainda em fase inicial, é utilizar células de eletrólise microbiana, empregando microrganismos como biocatalisadores, para produzir hidrogênio a partir de esgotos domésticos ou de efluentes industriais. A ideia é transformar a energia química do esgoto em corrente elétrica, que possibilita a obtenção do gás. “O processo permitiria produzir hidrogênio e, simultaneamente, tratar resíduos orgânicos”, afirma Correia.

Pesquisas com foco em hidrogênio verde também são feitas na Universidade Federal do Paraná (UFPR). O químico Helton José Alves, coordenador do Laboratório de Materiais e Energias Renováveis, dedica-se ao estudo de novas rotas tecnológicas para a produção do combustível. Uma delas recorre a bactérias acidogênicas para degradar a biomassa residual proveniente de efluentes industriais.

A investigação rendeu a publicação de dois artigos no periódico *International Journal of Hydrogen Energy*. Os trabalhos abordam a produção de hidrogênio a partir de água residual de cervejaria. “A grande vantagem é reduzir os custos de produção e economizar recursos hídricos”, diz Alves. O processo produtivo seria indicado para a produção de hidrogênio como solução energética para a própria indústria onde o efluente é gerado.

Outro caminho estudado para produção de hidrogênio é usar o método conhecido como reforma a seco do biogás. Alves explica que o sistema prevê o uso do metano e do dióxido de carbono presentes no biogás para a geração de gás de síntese, uma mistura de hidrogênio e monóxido de carbono. O processo ocorre em reatores com catalisadores metálicos à base de níquel, a uma temperatura entre 700 e 800 graus Celsius. Posteriormente, o gás de síntese é purificado para obtenção de hidrogênio. “Junto com parceiros, pretendemos instalar uma unidade-piloto capaz de produzir 1 kg de hidrogênio por hora ainda em 2022”, antecipa Alves. Ao contrário do sistema convencional de reforma a vapor do gás natural, o sistema a seco não demanda água.

O estudo de rotas produtivas de hidrogênio que não dependem de água pura em seus processos é de grande relevância e acompanhado de perto pelos profissionais do setor. De acordo com a Irena, para produzir 409 milhões de toneladas anuais de hidrogênio verde e suprir 12% da demanda mundial de energia em 2050, será necessário o consumo de algo entre 7 bilhões e 9 bilhões de metros cúbicos de água por ano. O total é menos de 0,25% do consumo atual de água doce. Pode parecer pouco, mas é um volume impactante em um mundo onde esse recurso está se tornando escasso. ■

Os projetos e os artigos científicos consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.

**5.** O combustível é transportado para uso doméstico ou industrial. Quase todo o processo é isento de emissões de carbono



ENGENHARIA

# UM ROBÔ CÃO- -GUIA



## Startup capixaba faz pré-lançamento de máquina autônoma para auxiliar pessoas com deficiência visual a circularem em espaços fechados

Frances Jones

**U**m robô com cerca de 4 quilos, 40 centímetros de altura e formato de uma pequena mala de mão, com alça retrátil e rodinhas, poderá ser visto nos próximos meses acompanhando pessoas com deficiência visual em shoppings, lojas e aeroportos no Espírito Santo, no Rio de Janeiro e em São Paulo. Trata-se de Lysa, um cão-guia robótico que vem sendo desenvolvido pela startup

Vixsystem desde 2014 e foi lançado no mercado para uso em ambientes internos no fim de 2021.

Dotado de um software específico, um aplicativo para celular, recursos de inteligência artificial, uma malha de sensores, câmera e o sistema a laser Lidar (detecção de luz e medida de distância), o robô Lysa faz um mapeamento do local, traça uma rota até o destino e guia o usuário ao ponto desejado. Durante o deslocamento, emite indicações tanto sonoras quanto motoras (*ver infográfico na página 71*).

“Ele identifica possíveis objetos à frente e acima do usuário, desvia deles e fala se há uma pessoa ou um grupo delas no caminho. Ou seja, dá orientações precisas e é muito mais inteligente do que uma bengala”, afirma Neide Sellin, diretora-executiva da startup, bacharel em ciência da computação. Ela refere-se às bengalas inteligentes que já existem no mercado e identificam obstáculos não apenas no chão, mas também na altura da cabeça, como galhos de árvore e vasos suspensos, responsáveis por muitos acidentes com cegos.

“Este mês [março] estamos com uma demanda para entregar 20 unidades”, conta Sellin. “Entre

essas 20 unidades, algumas foram efetivamente vendidas e outras estamos deixando para o cliente testar. Por ser um projeto novo, as empresas querem primeiro experimentar e investigar a necessidade para depois fazer a aquisição.” Cada robô é vendido por R\$ 15 mil.

Até o ano que vem, a startup espera já ter uma nova versão equipada com GPS para ser usada em ambientes externos, nas vias públicas. “Para andar na rua, ainda precisamos resolver algumas questões. O maior desafio é quando não tem calçada.” A empreendedora conta desde 2021 com apoio da FAPESP, no âmbito do programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe), para trabalhar na versão do robô para áreas externas.

A Vixsystem foi selecionada numa chamada de propostas para pesquisa estratégica em internet lançada pela Fundação, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), o Ministério das Comunicações (MCom) e o Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br). Foi a primeira vez que uma startup fora de São Paulo teve um projeto aprovado no âmbito do programa Pipe. Na parceria com o MCTI, o MCom e o CGI.br, projetos de fora de São Paulo podem ser apoiados pela FAPESP.

### PROTÓTIPO ARTESANAL

A empresária conta que a ideia de desenvolver um cão-guia robô surgiu em 2011 quando ministrava aulas de robótica para o ensino médio em uma escola pública de Serra, município da Região Metropolitana de Vitória, a capital capixaba. “Depois de pesquisar e constatar que era uma demanda importante, construí um protótipo com os alunos, com peças de outros robôs. Fizemos os testes e chamei 20 deficientes visuais para darem um

Dotado de sensores, câmera e inteligência artificial, o robô Lysa é vendido por R\$ 15 mil

parecer”, recorda-se. “E aí eles queriam comprar nem que fosse um aparelho bem artesanal. Aquilo me chamou muito a atenção para a necessidade e a importância de desenvolver um produto como aquele. Não consegui fazer da forma célere como eu gostaria, mas fiz.”

**O** impulso inicial para criar o protótipo veio de um projeto aprovado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em 2014. O apoio da instituição permitiu a contratação de dois pesquisadores com mestrado – um engenheiro elétrico e outro da computação – para dar seguimento ao projeto. “Foram muitas prototipagens, muitas validações. Elaborei todo o conceito da Lysa com a ajuda de mais de 200 pessoas com deficiência visual, que deram o seu feedback.”

Em 2017, após participar da versão brasileira do programa de TV Shark Tank, um reality show de empreendedorismo, a empresária ganhou R\$ 200 mil e visibilidade para buscar outras formas de financiamento. A Vixsystem ainda recebeu apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes).

Para o advogado Marcelo Panico, relações institucionais da Fundação Dorina Nowill para Cegos, de São Paulo, a ideia de um cão-guia robô é promissora, mas por ser uma tecnologia nova precisa ser avaliada com cautela. Ele pondera que, além da questão do custo do robô, também é preciso analisar as vantagens e desvantagens da nova tecno-

logia sob a perspectiva social. “Hoje os cães-guia são respeitados pela sociedade e sua presença em ambientes é garantida por lei. Além disso, o cão se torna um companheiro da pessoa com deficiência e auxilia até mesmo na sua autoestima.”

Panico ressalva, contudo, que há poucos cães-guia em atividade no Brasil. A estimativa é de que existam apenas 200 desses animais em um universo de aproximadamente 6,5 milhões de pessoas com deficiência visual no país. Os cães-guia, segundo o advogado, são geralmente treinados no exterior a um custo de US\$ 10 mil e o tempo de espera para a obtenção de um chega a dois anos. Os custos de treinamento costumam ficar a cargo de instituições e projetos parceiros.

### ROBÔ COM PATAS

Lysa não está sozinha no mundo dos cães robóticos em desenvolvimento. Outro cão-guia está ganhando forma desde 2017 no interior de São Paulo, em Catanduva. A iniciativa é liderada por Diego Renan Bruno, pós-graduando do Laboratório de Robótica Móvel (LRM) do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (ICMC-USP), *campus* de São Carlos, e por seu ex-aluno na Faculdade de Tecnologia (Fatec) de Catanduva Marcelo Assis.

Os pesquisadores já desenvolveram dois protótipos, o segundo deles em 2019 durante o projeto de residência hacker da Red Bull Basement, um programa da fabricante de bebidas energéticas que ajuda universitários a dar corpo a suas soluções tecnológicas. A primeira versão foi construída a partir das peças de um aspirador de pó usado. “O nosso ainda não é um produto; está em desenvolvimento e a próxima versão, a terceira, será um



A empresa Boston Dynamics, dos Estados Unidos, faz demonstração dos cães robóticos Spot em evento realizado em Las Vegas

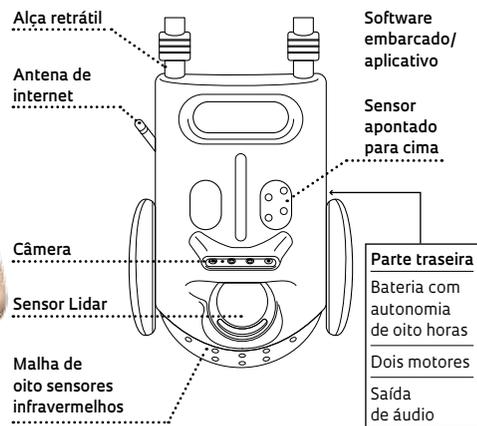
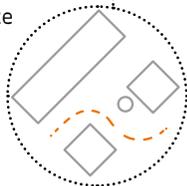
# COMO A LYSA FUNCIONA

Robô dispõe de câmera, sensores de infravermelho e de feixes de laser para orientar o deslocamento de cegos

**1.** O usuário deve baixar o **aplicativo** da Lysa no celular. Em seguida, por comandos de voz ou por toque no menu de opções, indica o local ao qual deseja ir

**2.** O **sensor Lidar**, com feixes de laser, e oito sensores infravermelhos fazem um mapeamento do ambiente. Esses recursos também auxiliam a navegação

**3.** É gerado um **mapa de navegação 2D**. Estabelecida a rota, a máquina planeja um trajeto até o destino e desvia de pessoas e objetos não mapeados anteriormente



**4.** A **alça do robô** é equipada com um motor de vibração que sinaliza obstáculos à frente, caso a pessoa opte por desligar o áudio

**5.** Um **sensor infravermelho** apontado para cima monitora os obstáculos aéreos e informa a pessoa

**6.** A **câmera** identifica os objetos encontrados no caminho, como cadeiras, vasos, escadas, e avisa por áudio o usuário

FONTE VIXSYSTEM

robô com patas”, informa Bruno. “Acho que, se é chamado de cão-guia, tem que fazer o que um cão-guia de verdade faz.”

O fato de um robô-guia usar rodas, avalia Bruno, é um problema porque ele só conseguiria chegar a locais com acessibilidade para cadeiras de rodas, por exemplo. Sellin, da Vixsystem, porém, acha que, por ser pequeno e leve, o robô Lysa – segundo a empreendedora, o primeiro do gênero lançado no mundo – cumpre bem a função de acompanhar o deficiente visual, pois pode ser transportado com mais facilidade em carros e até ser levado na mão. “Ele para e avisa, por exemplo, quando tem uma escada rolante e a pessoa pode carregar o aparelho como se fosse um carrinho de compras.”

Para Bruno, o cachorro robô de quatro patas desenvolvido e vendido pela empresa norte-americana Boston Dynamics é referência para outras empresas do mundo e poderia ser usado para essa função, de guiar pessoas cegas. Chamado de Spot, ele já é utilizado na indústria da construção civil e na mineração para tarefas como inspeção e reco-

nhecimento de terreno. Um obstáculo para seu acesso às pessoas de forma geral é o preço: Spot custa mais de US\$ 70 mil nos Estados Unidos.

“Outras empresas, na China, no Japão e na Alemanha, criaram robôs no formato de cão inspiradas nesse da Boston Dynamics. Apesar de ser um bom modelo, ele foge do nosso objetivo de desenvolver algo de baixo custo”, conta Bruno. Uma versão chinesa bem mais barata de um robô de quatro patas já chegou ao mercado. A Unitree Robotics oferece seis modelos de seu cão robótico, sendo que o mais básico é vendido por US\$ 2,7 mil. Nenhum deles, contudo, se presta à função de guia de deficientes visuais; são destinados a inspeções subterrâneas, vigilância, detecção de explosivos, entre outras aplicações. ■

## Projeto

Lysa: Robô guiado por GPS para locomoção de pessoas com deficiência visual (nº 20/05195-8); Modalidade Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); Convênio MCTI/MC; Pesquisadora responsável Nedinalva de Araújo Sellin (Vixsystem); Investimento R\$ 532.606,26.

ECONOMIA

# PREJUDICADAS PELO FISCO



## Estudos revelam que carga tributária incide mais sobre as mulheres

Diego Viana | ILUSTRAÇÕES Bárbara Quintino

**E**m 2015, uma pesquisa de mercado encomendada pelo Departamento de Assuntos do Consumidor da prefeitura de Nova York, nos Estados Unidos, descobriu que os produtos destinados às mulheres eram, em média, 7% mais caros do que os bens voltados aos homens. Estudos posteriores, realizados nos Estados Unidos, na Espanha, na Turquia, no Brasil, entre outros países, encontraram essa diferença de valor até mesmo em mercadorias para o consumidor masculino que, embaladas como versão para o público feminino, são idênticas à original. O fenômeno ficou conhecido como *pink tax* (imposto cor-de-rosa) e entrou para a lista dos obstáculos à igualdade de gênero.

Embora não seja efetivamente um imposto, mas um sobrepreço, o *pink tax* despertou a curiosidade de pesquisadoras do direito tributário: será que a estrutura dos impostos reforça a desigualdade de gênero? Associando a análise das leis e o recurso a dados empíricos, foi possível mostrar que, de fato, as mulheres arcam com um peso maior de impostos do que os homens em diversas circunstâncias, desde a dedução da pensão alimentícia no imposto de renda até o consumo de bens essenciais.

“O *pink tax* foi um gatilho para as discussões de gênero na tributação, porque lançou luz nas demandas das mulheres”, afirma a jurista Luciana Grassano Melo, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). “O feminismo vem em ondas e sua associação ao tema da política fiscal cresceu muito na última década. Mas em cada país a questão aparece de maneira diferente, dependendo de como é feita a tributação. As relações sociais e familiares patriarcais estão refletidas no ordenamento jurídico. E isso também se encontra expresso no sistema tributário.”

Melo é uma das editoras do livro *Política fiscal e gênero*, lançado em 2020, com 10 capítulos que discutem como os sistemas de arrecadação e despesa do Estado brasileiro contribuem para perenizar e até intensificar a desigualdade de gênero. Os textos revelam diversos problemas, do efeito da divisão desigual de tarefas domésticas sobre o cálculo da aposentadoria até o desequilíbrio nos gastos pessoais, já que mulheres arcam majoritariamente com despesas que beneficiam a família como um todo, embora sua remuneração seja, em média, menor.

### REFORMA TRIBUTÁRIA

A ascensão dos estudos de gênero no direito tributário coincide com o período em que se intensificou no Congresso brasileiro a discussão sobre a reforma do sistema tributário. Os trabalhos, em ambas as casas do Legislativo federal, concentram-se em modos de tornar o Fisco brasileiro mais eficiente, ágil e simples. Estão na mesa propostas que unificam taxas, eliminam isenções e reduzem a burocracia.

As tributaristas se queixam, porém, do silêncio sobre a desigualdade de gênero. “Como fazer essa discussão sem levar em conta o gênero? Não é uma questão de nicho ou identidade, mas da estrutura do sistema e seu impacto na sociedade”, argumenta a jurista Tathiane Piscitelli, da Escola de Direito da Fundação Getúlio Vargas de São Paulo (FGV-SP). A pesquisadora é uma das coordenadoras do grupo de estudos Gênero e Tributação, fundado em 2020 como parceria do Núcleo de Direito Tributário do Mestrado Profissional da FGV-SP com a equipe Tributos a Elas, composta por titulares da Procuradoria-geral da Fazenda Nacional (PGFN). A procuradora Núbia Castilhos é a outra coordenadora.

Respondendo ao silêncio em torno do impacto dos impostos sobre as mulheres, o grupo publicou em novembro de 2020 o relatório “Reforma tribu-

tária e desigualdade de gênero: Contextualização e propostas”. O avanço dos projetos da reforma imprimiu urgência aos estudos, de acordo com Piscitelli. “Embora o grupo fosse novo e ainda não tivesse publicações acadêmicas, vimos que era hora de intervir no debate público. Nosso documento serviu para mostrar que, apesar de existirem projetos de lei no Congresso lidando com a tributação das mulheres, o tema não é tratado de forma sistemática nas discussões da reforma tributária”, afirma. “Esse ainda é um assunto muito incipiente no Brasil.”

No relatório, as propostas incluem desde a desoneração de produtos essenciais para mulheres, como absorventes higiênicos e medicamentos usados em reposição hormonal, até mudanças em deduções do imposto de renda que favorecem os homens. O grupo também sugere modos de estimular a mobilidade social daquelas que têm renda mais baixa, o que envolve o retorno da dedução de contribuições

previdenciárias sobre trabalhadoras domésticas e a criação de programas que incentivem a contratação de mulheres em situação de vulnerabilidade.

Piscitelli afirma que uma das principais questões que orientam as pesquisas do grupo é “se os benefícios fiscais que existem hoje se coadunam com os valores do Estado social e democrático de direito”. A professora da FGV lembra que esses benefícios são, indiretamente, despesas públicas e, portanto, “representam o investimento do Estado em determinada área”. Por isso, observa, devem refletir os valores do texto constitucional, do qual a igualdade é uma das bases.

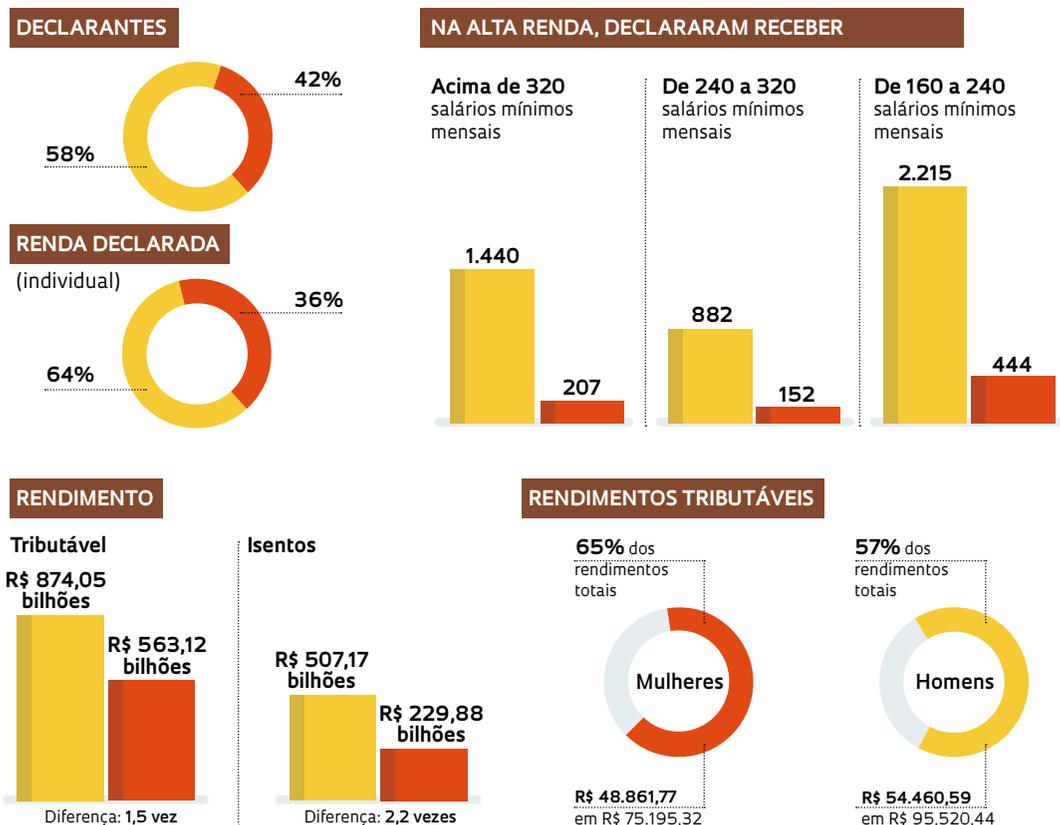
O principal propósito de um imposto é a arrecadação, já que o Estado tributa para financiar suas despesas e administrar os bens públicos. Na terminologia jurídica, essa é a “função fiscal” do imposto. Mas alguns deles visam incentivar ou inibir comportamentos, como as taxas aduaneiras, que podem proteger mercados domésticos,

## GANHOS DESPROPORCIONAIS

Renda das mulheres corresponde a 78,7% da renda dos homens.  
Entre pessoas com educação superior, a diferença é maior: 63,4%



### A desigualdade no imposto de renda



FONTE: LIVRO POLÍTICA FISCAL E GÊNERO

## PENSÕES ALIMENTÍCIAS: COMO UM PRINCÍPIO APARENTEMENTE IGUALITÁRIO PODE EMBUTIR UMA FONTE DE DESIGUALDADE

e mais recentemente a ideia do imposto de carbono, pensado como ferramenta para mitigar os efeitos da crise ambiental. Essa é a chamada “função extrafiscal”.

Ambas as funções tanto podem intensificar a desigualdade como combatê-la, aponta a advogada Isabelle Rocha, mestre em direito pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas) e autora do livro *Tributação e gênero: Como o imposto de renda da pessoa física afeta as desigualdades entre homens e mulheres* (Dialética, 2021). Um exemplo de como a função fiscal gera desigualdade é a chamada regressividade do sistema tributário brasileiro: os

impostos pesam mais sobre os mais pobres. Isso ocorre porque o consumo é mais taxado do que a renda ou o patrimônio – os pobres consomem quase tudo que recebem, diferentemente dos ricos, que conseguem poupar e investir. Outro motivo é que a faixa mais alta do imposto de renda no Brasil, de 27,5%, é considerada baixa. Nos Estados Unidos, é de 37% e, na Suécia, chega a 52,9%.

Rocha aponta que os teóricos do direito tributário brasileiro vêm progressivamente aceitando a ideia de que o tributo seja usado como ferramenta para mitigar a desigualdade, tanto pela função fiscal quanto pela extrafiscal. Mas essa não é a perspectiva tradicional no Brasil. Ao contrário, a tradição nacional considera que o imposto deve ser talhado para alterar o mínimo possível a tomada de decisão das pessoas, a partir de um princípio de neutralidade. “A abordagem clássica do direito tributário analisa a briga entre o Fisco e o contribuinte, buscando formas de proteger o cidadão diante de eventuais arbitrariedades do Fisco”, resume a advogada.

Por isso, estudos que enfatizam a justiça fiscal podem ser recebidos com resistência no meio jurídico. “Minha pesquisa sobre esse tema foi criticada com o argumento de que não há espaço constitucional para combater a desigualdade de gênero pela via tributária, porque a Constituição só prevê o tratamento tributário privilegiado em dois casos: cooperativas e micro ou pequenas empresas, mas não mulheres”, recorda Rocha. “Só que não estou falando de tratamento privilegiado, mas da correção de uma desigualdade reproduzida pelos impostos. É claro que há espaço constitucional. A igualdade entre homens e mulheres está no artigo 5º da Constituição.”

O caso das pensões alimentícias constitui o exemplo mais citado de como um princípio aparentemente igualitário pode embutir uma fonte de desigualdade. A pensão é deduzida integralmente

do imposto de renda pelo pagador, mas incide sobre quem recebe. A base de cálculo é reduzida de um lado e aumentada de outro. Porém, segundo as Estatísticas do Registro Civil de 2020, divulgadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do total de divórcios com filhos no Brasil, a guarda das crianças fica a cargo da mãe em 57,1% dos casos, com o pai pagando a pensão. Como resultado, um instrumento que deveria servir para desonerar o cuidado das crianças acaba se tornando um peso tributário para as mulheres.

Em fevereiro, o Supremo Tribunal Federal (STF) formou maioria para julgar inconstitucional a cobrança de imposto sobre quem recebe pensão alimentícia. O julgamento, no entanto, foi interrompido por um pedido de destaque do ministro Gilmar Mendes. “A solução do Supremo não é necessariamente o melhor caminho, porque essa renda vai acabar não sendo tributada em nenhum dos lados, o que também pode ser questionado”, afirma Rocha. Para a pesquisadora, o problema não deveria ser solucionado pelo Poder Judiciário, mas tratado pelo Congresso.

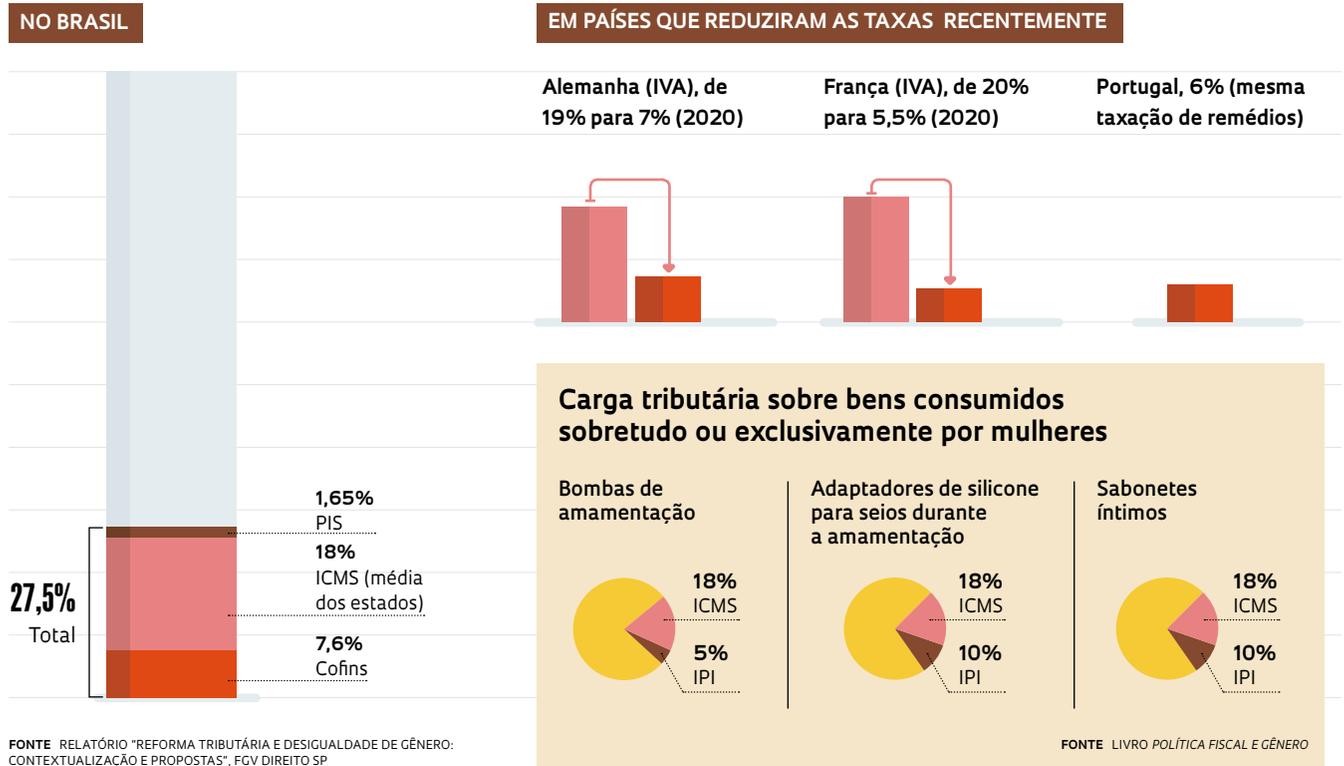
**M**elo, da UFPE, observa que suas pesquisas estão na intersecção entre o direito tributário e a sociologia do direito, com influência de autoras do feminismo negro, como a teórica e ativista norte-americana bell hooks (1952-2021). Entender os efeitos da política fiscal de acordo com o gênero e outras variáveis, como raça, exige olhar para além dos códigos legais e dos princípios jurídicos. Rocha relata que, em seu trabalho sobre o imposto de renda, recorreu a dados estatísticos como os fornecidos pela Receita Federal, a partir das declarações enviadas pelos contribuintes, e a informações do IBGE, sobretudo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad).

“Trabalhar com dados empíricos é cada vez mais necessário no direito tributário. Sobretudo para mim, que atuo no tema da justiça fiscal, na intersecção entre a forma como o Estado brasileiro tributa e a proteção de direitos humanos e sociais”, diz Melo. “Por exemplo, para afirmar que o sistema tributário é regressivo, precisamos ser capazes de mostrar que a carga é maior sobre os pobres. E hoje somos capazes de mostrar isso porque temos informações cada vez melhores. Caso contrário, estaríamos lidando com opinião, não com fatos.”

A professora da UFPE lamenta, no entanto, que os dados da Receita Federal não abordem a questão da raça. “A declaração do imposto de renda pergunta tudo: ocupação, gênero, local de moradia, estado civil. Só não pergunta a raça. Em um país como

# O PESO NO CONSUMO

## Carga tributária do absorvente higiênico



o Brasil, essa variável não deveria estar ausente. Atrapalha as pesquisas, porque só consigo mostrar o que acontece com a raça no Brasil recorrendo a informações, por exemplo, do IBGE”, afirma.

A falta de dados raciais também afeta o entendimento dos problemas de gênero, alerta Melo, enfatizando que as diferentes formas da desigualdade são indissociáveis. Na hierarquia econômica brasileira, a situação dos não brancos é pior do que a dos brancos e a das mulheres pior do que a dos homens. Assim, a população mais vulnerável é a das mulheres negras.

“Em muitos dos temas que tratamos ao relacionar tributação e gênero, estamos falando só das consumidoras que fazem parte dos 10% mais ricos da sociedade, ou seja, o topo da pirâmide. É o caso do imposto de renda e, em certa medida, do *pink tax*”, argumenta Melo. “Por outro lado, uma discussão que ganhou corpo recentemente foi a distribuição gratuita de absorventes higiênicos. Para um país com uma população de mulheres negras e pobres tão representativa, é uma discussão muito relevante. Se a mulher não tem condições de consumir absorventes, como vai consumir outros bens embalados como femininos?”

Os absorventes higiênicos são um caso frequentemente mencionado de injustiça tributária. O

produto, indispensável para mulheres em fase reprodutiva, traz à tona princípios jurídicos nem sempre respeitados na tributação brasileira. É o caso dos princípios da essencialidade e da seletividade, a partir dos quais a incidência dos tributos deve ser definida de acordo com o quão necessária uma mercadoria é para as pessoas. Ou seja, da perspectiva da justiça fiscal, bens de luxo deveriam receber tarifas mais elevadas do que alimentos básicos, remédios e produtos de higiene pessoal, o que nem sempre ocorre. “Nada mais evidente do que o caráter essencial do absorvente higiênico para a mulher. É uma demanda biológica”, diz Piscitelli. “Também é uma questão de dignidade humana, um dos fundamentos da Constituição.”

De acordo com o relatório do Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef) e do Fundo de População das Nações Unidas, “Pobreza menstrual no Brasil: Desigualdade e violações de direitos”, publicado no ano passado, 713 mil meninas vivem sem banheiro ou chuveiro em casa no Brasil e 4 milhões sofrem com pelo menos uma privação de higiene nas escolas. Vinte e oito por cento das meninas já deixaram de comparecer às aulas por causa da pobreza menstrual. O documento baseia-se em dados da Pesquisa Nacional de Saúde de 2013, da

Pesquisa Nacional de Saúde Escolar de 2015 e da Pesquisa de Orçamentos Familiares de 2017 e 2018.

As principais propostas de reforma tributária em discussão no Congresso envolvem a substituição das diversas taxas hoje existentes por um único Imposto sobre Valor Adicionado (IVA), com alíquota única para todos os produtos. À primeira vista, a medida é contrária aos princípios de seletividade e essencialidade. No entanto, segundo a economista Débora Freire, da UFMG, a redução de tarifas ou a isenção de um determinado bem podem não ser a melhor maneira de aliviar o peso da tributação sobre o consumo das mulheres. Freire argumenta que as políticas que usaram incentivos tributários no Brasil tiveram efeito aquém do esperado, gerando ineficiências e falhando em obter maior justiça fiscal.

“Não é garantido que a redução ou isenção de impostos sobre um produto reduza seu preço, porque em mercados com concorrência imperfeita os fabricantes poderiam simplesmente embolsar a diferença. Outro problema é que para famílias pobres, mesmo que o custo diminua, pode não fazer diferença na hora de decidir onde gastar o pouco dinheiro que têm. Por fim, as isenções não levam em conta a capacidade de pagamento, ou seja, valem igualmente para todas as faixas de renda”, elenca.

**P**ara a economista, há duas estratégias mais eficazes para combater a pobreza menstrual. A mais simples é a distribuição gratuita de absorventes higiênicos nos postos do Programa de Saúde da Família. “A experiência na distribuição de itens básicos, como medicamentos, mostra que a população que procura esse serviço é a mais pobre”, diz. “Assim, o gasto seria mais progressivo, afetando os mais pobres em maior proporção.” A outra é a criação de um sistema de devolução de tributos pelo qual, a partir do Cadastro Único para Programas Sociais (CadÚnico), o governo depositaria para as famílias mais pobres um valor semelhante aos tributos pagos sobre os gastos com produtos essenciais, entre eles os absorventes higiênicos. “Isso garantiria que as famílias mais pobres sejam de fato impactadas pela política pública, diferentemente da desoneração tributária”, aponta. Freire ressalva, porém, que essa não poderia ser apenas uma política de governo, sujeita a mudanças de orientação ou cortes orçamentários. “Seria preciso que esse sistema fosse incluído na Constituição, como foi feito com o Sistema Único de Saúde”, conclui.

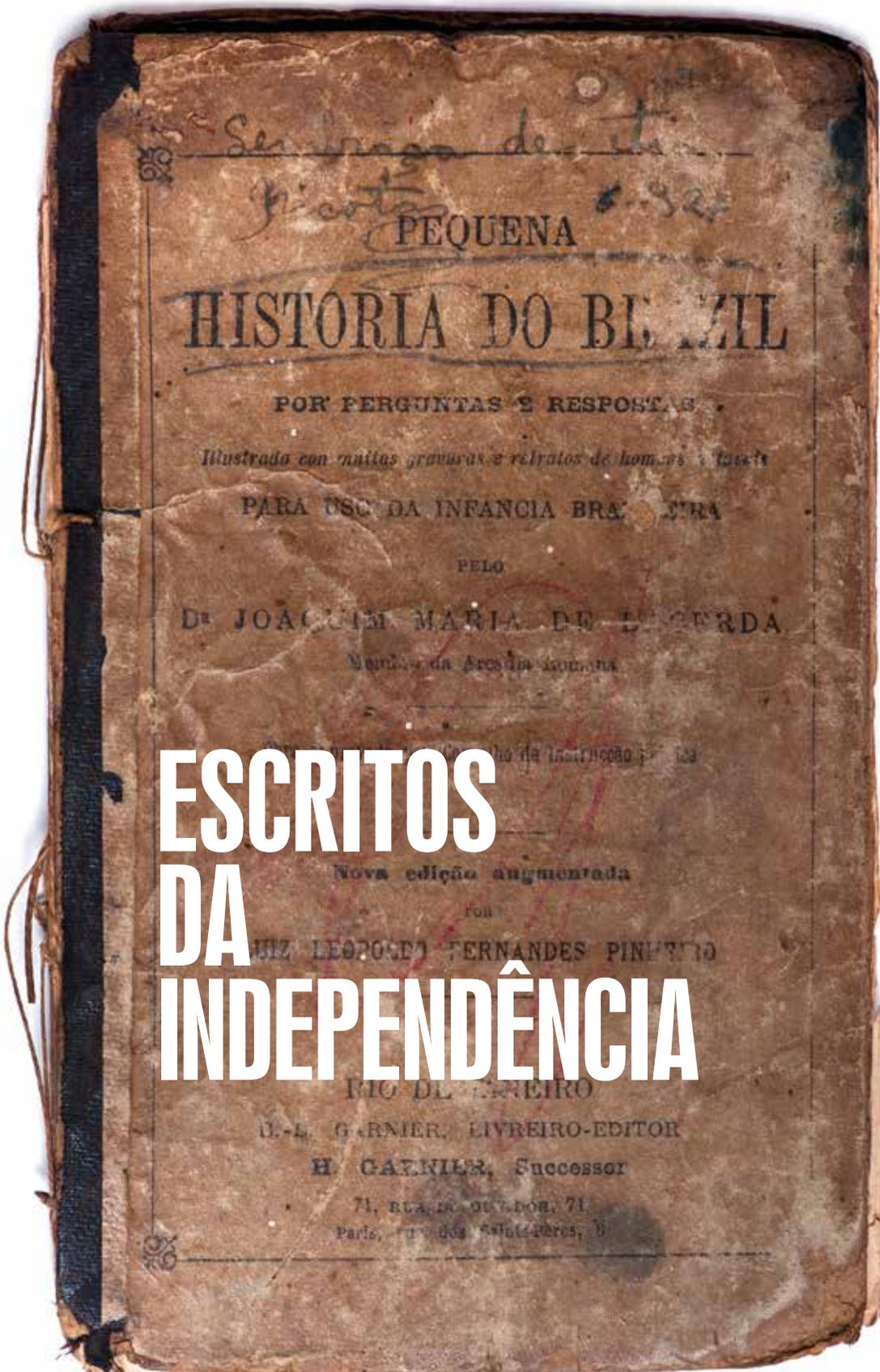
Segundo Piscitelli, apesar de avanços pontuais na distribuição de absorventes higiênicos, essa estratégia tem revelado fragilidades no Brasil. “O argumento da maior eficiência do gasto públi-



co em comparação com o benefício fiscal é forte, mas frequentemente há retrocessos nas políticas públicas, que diminuem a distribuição e afetam diretamente as mulheres de baixa renda. Para essa estratégia funcionar, seria necessário um verdadeiro controle orçamentário, com análise pela perspectiva de gênero. Mas no Brasil não temos nem uma coisa, nem outra: a distribuição via gasto sofre interrupções, como ocorreu no ano passado com o veto presidencial, e o incentivo fiscal é deixado de lado”, lamenta.

Como Freire, Melo defende que o caso dos absorventes higiênicos demonstra como, na política fiscal, nem sempre os problemas ligados ao gênero podem ser resolvidos diretamente pela via tributária. “Quando falamos em injustiça fiscal, os dois lados estão presentes: a arrecadação e a despesa pública”, diz. De acordo com a pesquisadora, para atingir as mulheres em situação mais vulnerável, a política pública é indispensável, com uma ação pelo lado da despesa. “O aspecto tributário é indireto, porque o Estado precisa encontrar a fonte de financiamento para enfrentar essa política. Aí entra o imposto.” ■

Os livros consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.



# ESCRITOS DA INDEPENDÊNCIA

Um dos primeiros livros didáticos feitos no Brasil, dentre as referências bibliográficas está *Pequena história do Brasil por perguntas e respostas – Para uso da infância brasileira* (1880), de Joaquim Maria de Lacerda (1838-1886)

# Pesquisadores levantam cerca de 15 mil referências em textos publicados a partir de 1832

Ana Paula Orlandi

**U**m levantamento para uso pessoal iniciado há oito anos pelos historiadores João Paulo Pimenta e César Augusto Atti vai se transformar na Bibliografia da Independência. Trata-se de um banco de dados de livre acesso com cerca de 15 mil referências não apenas sobre a Independência do Brasil, ocorrida em 1822, como também sobre o contexto da época. A ideia é que o repositório de fontes esteja disponível ao público no segundo semestre deste ano. “Fizemos em grande escala aquilo que um estudante de história faz quando começa a pesquisar determinado tema e passa a recolher bibliografia a respeito”, explica Pimenta, professor do Departamento de História da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP).

O levantamento inclui referências de livros, artigos de imprensa e de periódicos acadêmicos, teses e dissertações, além de verbetes de enciclopédias e dicionários. Tudo publicado entre 1832 e 2021, a maioria no Brasil e em língua portuguesa, mas há também textos em inglês, espanhol, francês, italiano, alemão, russo e sueco. “Consideramos o período da Independência de 1808, data da chegada da família real ao Brasil, até 1831, quando o imperador Pedro I [1798-1834] abdicou do trono”, explica o historiador. “Optamos por trabalhar com material que foi escrito após esse período, com certo distanciamento histórico e não no calor da hora. As questões relativas ao processo ficam mais claras ao longo do século XIX.”

Durante seis anos, Pimenta e Atti, pesquisador independente, reuniram cerca de 12 mil referências ao investigar notas de rodapé e bibliografias presentes em livros, revistas e trabalhos acadêmicos. “Também pesquisamos em catálogos de bibliotecas públicas e privadas do Brasil e do exterior, além de currículos, na plataforma Lattes, de pesquisadores que se dedicaram ao tema”, prossegue Pimenta. As referências recolhidas foram sendo reunidas em uma listagem nos computadores dos dois pesquisadores,

que estudam a história do Brasil entre os séculos XVIII e XX.

O conteúdo atraiu a atenção de outros teóricos da área. “Muitos colegas nos pediam ajuda a respeito da bibliografia sobre aquele período e passaram a fazer uso do nosso levantamento”, lembra Pimenta. Entre eles estava a historiadora Andréa Slemian, da Escola de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade Federal de São Paulo (EFLCH-Unifesp). Há cerca de dois anos ela sugeriu que o material fosse disponibilizado ao público. Desde então, divide com Pimenta a coordenação do projeto do banco de dados, cuja equipe conta com cinco estudantes de graduação e pós-graduação em história da USP, Unifesp e Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Todos trabalham voluntariamente.

Na primeira etapa da investigação, o time de pesquisadores ampliou a listagem, que hoje conta com aproximadamente 15 mil referências. Há cerca de um ano o banco de dados começou a ser montado e deve ser abrigado em um site que também está sendo desenvolvido pela equipe. “Temos descritores espaciais e temáticos, que se referem a assuntos tratados nas obras. Com base nesses dois tipos de descritores, classificamos cada uma das referências, que, por sua vez, podem ter mais de um descritor espacial ou temático”, explica Slemian. “Dentre os descritores espaciais estão estados e regiões do Brasil. Também elencamos um conjunto de pelo menos 42 temas, como corpo e sexualidade e guerras e revoluções. Assim o pesquisador pode chegar mais facilmente ao tipo de material que procura por intermédio de palavras-chave.”

Ao começar seus estudos, José Muro de Carvalho, professor aposentado de história da Universidade Federal do

Rio de Janeiro (UFRJ), deparou-se com uma realidade diferente. Carvalho fez dupla graduação na década de 1960, na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em Belo Horizonte, cidade em que vivia na época. “Tudo era mais difícil, a bibliografia mais escassa, o acesso mais trabalhoso”, recorda ele. “Eu me formara em sociologia e política e me metia num namoro com a história, que exigia pesada carga de pesquisa arquivística. Tive que morar uns tempos no Rio de Janeiro onde estavam os principais arquivos e bibliotecas. Os mais importantes eram o Arquivo Nacional, a Biblioteca Nacional, o Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro [IHGB], a biblioteca do Ministério da Fazenda. Hoje está tudo mais fácil com a digitalização, sobretudo a do acervo da Biblioteca Nacional.”

Carvalho é reconhecido como autor de obras fundamentais sobre o período do Império e da Primeira República no Brasil, a exemplo de *A construção da ordem: A elite política imperial* (Campus/ Editora da Universidade de Brasília, 1980), parte de sua tese de doutorado concluída em 1975, na Universidade Stanford, nos Estados Unidos, onde analisou a relação entre as elites políticas brasileiras e os partidos imperiais. Mas seu interesse pelo tema vem da época da graduação, quando se debruçou sobre a relação entre as elites e a construção do Estado. “Na UFMG, eu estudava poder local na linha da *Revista Brasileira de Estudos Políticos*. Nacionalizei-me em Stanford, em parte devido ao contato com [o cientista político] Wanderley Guilherme dos Santos [1935-2019], ex-membro do Iseb [Instituto Superior de Estudos Brasileiros, que funcionou entre 1955 e 1964]. Nada como sair do país para poder vê-lo de fora como um todo.”

## AS REFERÊNCIAS SÃO CLASSIFICADAS COM BASE EM DOIS TIPOS DE DESCRITORES: OS ESPACIAIS E OS TEMÁTICOS

E o interesse do especialista sobre o assunto não esmorece. “Em 2014, com [os historiadores] Lucia Bastos e Marcello Basile, publicamos 362 panfletos da Independência”, conta Carvalho. “Agora João Paulo Pimenta e Andréa Slemian, com seus auxiliares, anunciam uma bibliografia de 15 mil títulos sobre a Independência. É fantástico. A obra será de enorme ajuda para os pesquisadores. E é também um indicador de que a Independência e suas sequelas continuam a ser um tema atraente e polêmico para os pesquisadores. Para o bem ou para o mal, ela marcou o tipo de país que construímos, com suas vantagens e suas mazelas.”

**S**egundo Pimenta, boa parte das referências do século XIX reunidas em *Bibliografia da Independência* é da revista do IHGB, criada em 1839, bem como de publicações de suas representações regionais, especialmente Bahia, Pará, São Paulo e Pernambuco. Há também livros como *Pequena história do Brasil por perguntas e respostas – Para uso da infância brasileira* (1880), de Joaquim Maria de Lacerda (1838-1886). “É um dos primeiros livros didáticos feitos no Brasil, que dá grande destaque à Independência e a personagens como Pedro I e o jornalista Hipólito da Costa [1774-1823]”, conta Pimenta. Costa foi o fundador do *Correio Braziliense*, jornal português feito em Londres que circulou de 1808 a 1823. “Do século XIX reunimos ainda uma porcentagem minoritária, porém

importante, de artigos publicados na imprensa”, observa o historiador. “Ao longo do século XX, ganhou força a produção ligada a universidades, como a USP, criada em 1934. A expansão dos cursos de pós-graduação nos anos 1970 consolidou a primazia acadêmica em torno dessa temática.”

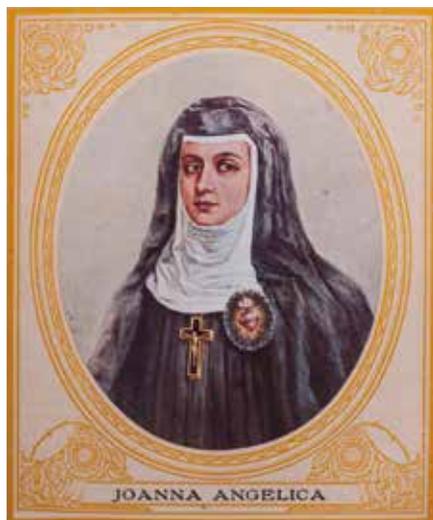
Antes disso, um pico da produção escrita ocorreu na época do centenário da Independência, em 1922. É dessa época o livro *Grandes vultos da Independência brasileira – Publicação comemorativa do primeiro centenário da Independência nacional* (1922), do historiador Afonso D’Escagnolle-Taunay (1876-1958), então diretor do Museu Paulista e mais tarde professor da USP. “Ele biografou 31 personalidades e estabeleceu o cânone dos chamados heróis da pátria, como o padre e político paulista Diogo Antônio Feijó [1784-1843]”, conta Pimenta.

Além dos representantes masculinos, três mulheres integravam a lista de Taunay. Uma delas é a religiosa baiana Joana Angélica (1762-1822), morta ao tentar impedir que soldados portugueses invadissem o Convento de Nossa Senhora da Conceição da Lapa, na Bahia. Outra é a imperatriz Maria Leopoldina da Áustria (1797-1826), cujo casamento com o então príncipe regente Pedro I fez parte de um acordo diplomático entre Portugal e o império austríaco. “Ela teve uma participação considerável em acontecimentos políticos da época, embora seja exagero dizer que teve papel central na Independência”, considera Pimenta.

Por fim, a terceira citação refere-se à baiana Maria Quitéria de Jesus (1792-

-1853), que se transformou no soldado Medeiros para lutar pela Independência. “Hoje há quem aponte como novidade falar da atuação dessas mulheres no processo de Independência, mas esse reconhecimento data do início do século XX, quando elas já eram consideradas relevantes”, observa Pimenta. Daí a pertinência dos pesquisadores terem acesso e conhecerem a bibliografia disponível sobre o tema, defende Slemian. “É importante saber o que já foi estudado a respeito para inclusive não cair na armadilha de achar que se está pesquisando algo sempre inédito”, ressalta.

De acordo com os historiadores, nas últimas duas décadas o estudo de personagens de forma isolada vem perdendo espaço para uma abordagem coletiva. “A questão da Independência se associou a outras perspectivas históricas, como escravidão e formação da nação. Hoje estudos sobre indivíduos continuam a ser feitos, mas começam a surgir de forma significativa trabalhos não sobre apenas uma mulher, mas sobre a condição feminina na época da Independência, por exemplo”, diz Pimenta. Segundo Slemian, o levantamento desfaz a ideia de que a produção da historiografia sobre a Independência e seu respectivo contexto estiveram concentrados na região Sudeste, principalmente em São Paulo e no Rio de Janeiro. “O que observamos nesses 200 anos é que essa produção bibliográfica sempre foi descentralizada, com participação significativa de historiadores de Pernambuco, Bahia, Ceará, Maranhão e Pará, sobretudo na virada entre os séculos XIX e XX”, conclui a pesquisadora. ■



O livro *Grandes vultos da Independência brasileira*, de 1922, traz a biografia de 31 personalidades. Três são mulheres (acima)

LITERATURA



# HISTÓRIAS SEM FIM

Marcadas por um caráter de incompletude, as primeiras traduções do *Livro das mil e uma noites* no Ocidente evidenciam esforços por transformá-lo em documento

**Christina Queiroz**

Ilustração de 1892 do alemão Ferdinand Keller (1842-1922) mostra Sherazade com o sultão Shahriar

**D**isputas em torno da autenticidade das histórias, críticas à supressão de trechos e debates sobre como a realidade impacta as narrativas marcam a história do *Livro das mil e uma noites*, cujos manuscritos remontam ao século IX. Reflexo de estudo iniciado nos anos 1980, obra recém-lançada por Mariza Werneck, professora de antropologia e literatura da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), aborda os meandros dessa trajetória, com ênfase nas traduções de autores europeus, a partir do século XVIII. Resultado de outro projeto iniciado há mais de 20 anos, em 2021 Mamede Mustafa Jarouche, pesquisador da Universidade de São Paulo (USP), concluiu o quinto volume da tradução das *Noites* direto do árabe para o português. O trabalho lança luzes sobre narrativas posteriores, que parecem ter sido escritas para rivalizar com o livro milenar, mas acabaram sendo incorporadas a ele. Em comum, os dois esforços evidenciam como, ao longo dos séculos, a história do livro se confunde com as próprias narrativas que reúne.

Obra sem autoria definida que tem suas origens em tradições orais populares persas e árabes, o *Livro das mil e uma noites* parte de um conto-moldura sobre a história do sultão Shahriar. Depois de descobrir que a mulher o trai com um escravidão em meio a uma orgia, ele decide se casar, a cada noite, com uma jovem diferente, assassinada ao amanhecer. Um dia, Sherazade, filha do grão-vizir, se oferece para a noite seguinte com o propósito de interromper o ciclo de vingança. Contando histórias que cativam o sultão, ela adia sua morte indefinidamente. Registros históricos indicam a existência, durante

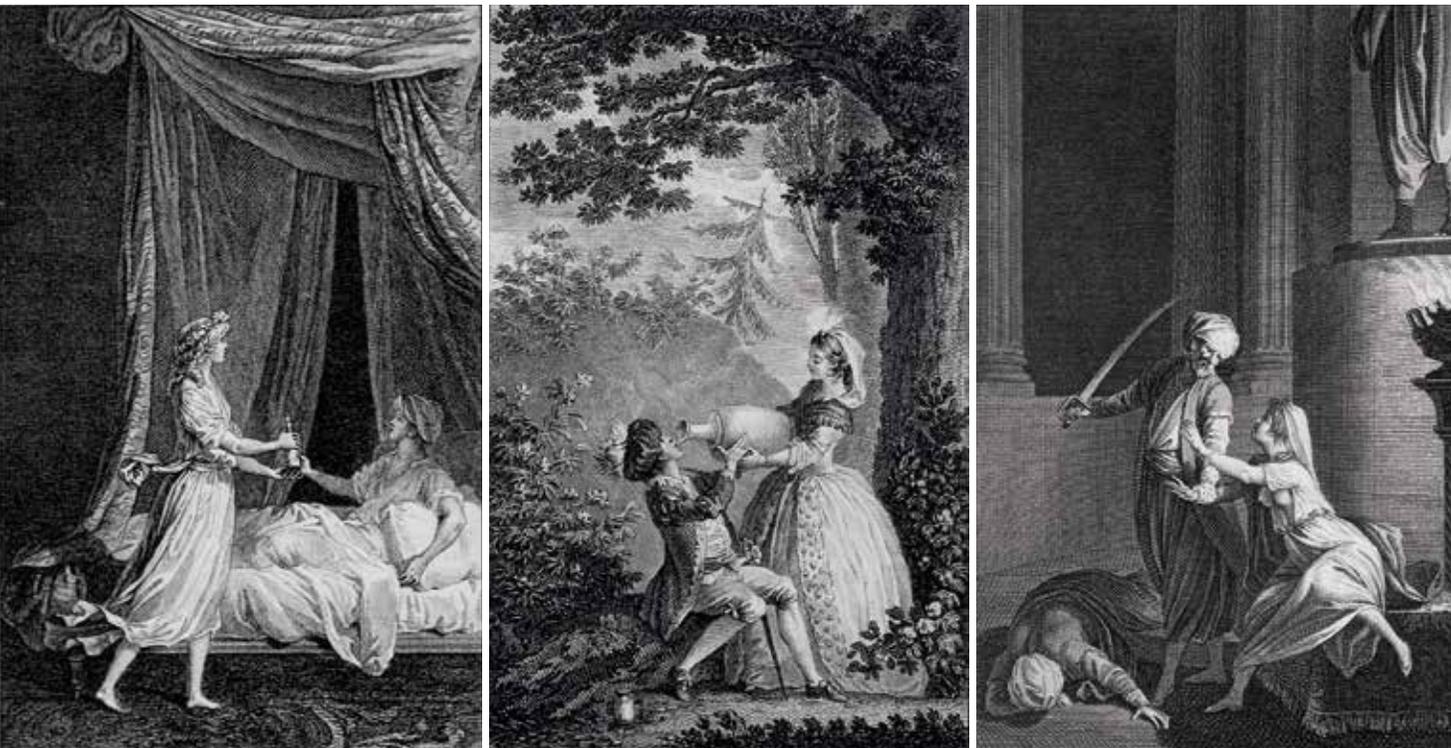
o governo da dinastia sassânida na Pérsia (s. III a VII d.C.), de uma obra chamada *Hazar afsan* (*Mil fábulas*), hoje perdida. Essa obra tinha um prólogo semelhante ao das *Mil e uma noites*, mas nada se sabe a respeito das histórias que continha.

“Desde o século IX circulam manuscritos em árabe de uma obra chamada *Mil noites*, ou *Mil e uma noites*. Apesar do título, os documentos não contavam com essa quantidade de noites”, relata Jarouche, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) da USP. Segundo ele, o uso do título *Mil*, ou *Mil e uma*, é uma forma de remeter à ideia de histórias que se replicam infinitamente. “Com o passar dos anos, escribas, compiladores e tradutores coletaram, inventaram e reuniram novas narrativas para chegar, de fato, às mil e uma noites”, conta. No começo do século XVIII, o livro foi vertido para o francês e, em seguida, ao inglês e ao alemão. Em um segundo momento, para o russo, italiano e espanhol. Mais tarde, as histórias passaram a ser traduzidas para outros inúmeros idiomas.

Interessada em compreender a história do livro e de suas traduções, Werneck tem analisado versões da obra para o francês e o inglês. Os achados do estudo foram publicados em *O livro das noites: Memória-escritura-melancolia* (Educ, 2021). “A história do livro caracteriza-se por relações belicosas entre os tradutores”, escreve, em um dos capítulos. Responsável por introduzir as histórias das *Noites* no Ocidente, o orientalista Antoine Galland (1646-1715) verteu os contos do árabe para o francês entre 1704 e 1717, no contexto da corte do rei Luiz XIV (1638-1715). “Disseminado por conta do interesse da sociedade europeia em ler relatos de viagens a lugares exóticos, o trabalho de Galland foi considerado mais uma adaptação do que uma tradução, na medida em que suprimiu os poemas,

Litografia do russo Ivan Yakovlevich Bilibin (1876-1942) sobre história de Aladim e a lâmpada mágica





porque os considerava obscuros, as longas enumerações usadas para descrever personagens e a paisagem, porque as achava excessivas, além de expurgar todo o conteúdo erótico, que julgava obsceno”, comenta Werneck.

Galland também incorporou narrativas que lhe foram contadas por Hanna, criado proveniente de Alepo, cidade situada no território que hoje corresponde à Síria. Em relação a esses contos, Jarouche explica que Hanna é quem teria relatado a Galland as histórias de Ali Babá, Aladim e Sindbad, algumas das mais famosas das *Noites*.

Outra tradução para o francês estudada por Werneck foi a do médico e poeta Joseph Charles Mardrus (1868-1949), editada entre 1898 e 1904. Caracterizada pela “obsessão pelo íntegro e literal e a pretensão de aniquilar Galland”, a versão de Mardrus “carrega nas tintas em tudo o que diz respeito às tentações da carne”, escreve a pesquisadora em seu estudo.

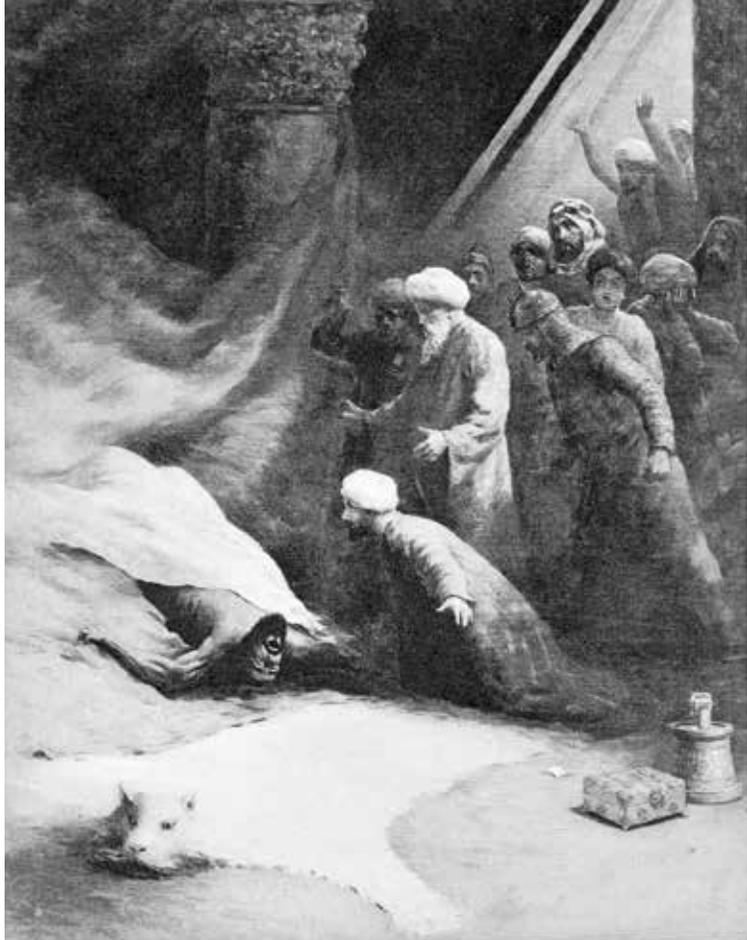
As traduções para o inglês foram as primeiras a despertar a atenção de orientalistas para uma possível origem persa de algumas narrativas do livro. Tais versões acabaram por acirrar o caráter polêmico de sua história ao “transformar as *Noites* em um pretexto para reunir, ao seu redor, uma portentosa documentação”, observa Werneck. De acordo com ela, as notas foram crescendo nas sucessivas traduções, chegando a ocupar sete volumes suplementares no caso do trabalho do orientalista e diplomata britânico Richard Burton (1821-1890), concluído em 1888 e que enfatiza relatos eróticos e cenas obscenas.

Já o arabista sírio René Rizqallah Khawam (1917-2004) pesquisou e traduziu manuscritos do livro durante cerca de 40 anos – a primeira edição foi publicada em 1965. “Diferentemente dos que o precederam, Khawam não divide as histórias em noites, organiza os contos em ciclos temáticos e os nomeia de forma livre, sob a justificativa de que o trabalho foi elaborado a partir de manuscrito ao qual somente ele teria tido acesso”, conta Werneck. “Como elemento comum, todos esses tradutores pareciam estar mais preocupados em defender a autenticidade de suas versões, compreendendo-as mais como documentos históricos do que como textos literários”, sustenta a pesquisadora.

No Brasil, o médico e poeta Jamil Almansur Haddad (1914-1988) prefaciou e organizou a tradução do *Livro das mil e uma noites* para o português a partir da versão em francês de Mardrus. O trabalho foi feito por uma equipe de tradutores sob sua coordenação. A obra foi publicada pela editora Saraiva, em 1961. “Mardrus e os tradutores brasileiros se valeram de recursos das artes mnemônicas da história oral, com relatos minuciosos da paisagem e dos personagens. Descrições de vestidos de princesas, por exemplo, podem ocupar 20 páginas, diferentemente de Galland, que optou pela economia da linguagem”, compara a pesquisadora.

Ao olhar para esse conjunto de traduções, Werneck sustenta que os esforços por enfatizar o caráter documental das *Noites*, mais acentuado em versões inglesas, acabaram por negar a

Ilustrações presentes na versão das *Noites* do francês Antoine Galland (1646-1715), publicada em 1785



Obra do inglês Albert Letchford Burton (1866-1905) para tradução de John Payne (1842-1916), publicada em 1901. Os 500 exemplares desse livro tornaram-se relíquias disputadas por colecionadores

ficcionalidade da obra. “A busca da verdade nas variantes das histórias ou nas traduções revela uma forma particular de desprezo pela natureza ficcional do livro. A insistência em transformar a literatura em documento, ou em prova de verdade, faz parte de uma tentativa de controle do imaginário”, sustenta a pesquisadora em um dos capítulos do livro.

**A**s histórias do *Livro das mil e uma noites* começaram a circular no Brasil a partir de três traduções do francês, sendo uma delas a obra prefaciada por Haddad. A primeira tradução direto do árabe foi desenvolvida por Jarouche. Os primórdios desse trabalho remontam a uma bolsa de pesquisa concedida pela FAPESP em 2000. Naquele ano, Jarouche esteve na Universidade do Cairo, no Egito, estudando a obra e outro clássico árabe: o *Livro de Kalila e Dimna*. No ano seguinte, a convite da editora Globo, passou a traduzir as histórias. O primeiro volume foi publicado em 2005 (ver Pesquisa FAPESP nº 115).

Nele e nos outros dois volumes, Jarouche traduziu cronologicamente contos de manuscritos do século XV, chamados de ramo sírio. “Já no quarto, decidi fazer uma espécie de antologia, selecionando histórias com diferentes temas, origens e recortes temporais”, conta. “Lidar diretamente com manuscritos oferece mais opções de aproximações estéticas da língua original”, diz. O árabe utilizado nos manuscritos, conta o pesquisador, não tem vírgulas e pontos, oferecendo liberdade sintática ao tradutor, que ora pode optar por fazer frases curtas, ora frases subordinadas. Esses documentos contam com expressões vulgares que não foram incorporadas às edições impressas. Um exemplo disso pode ser encontrado em uma das histórias mais antigas, localizada em manuscritos do ramo sírio, publicada no primeiro volume de sua tradução. Nela, um jovem carregador de Bagdá entra na casa em que viviam três moças, começa a beber e a se divertir em uma espécie de piscina, onde todos se despem. Apesar de o conto não trazer cenas explícitas de sexo, os personagens utilizam inúmeros vocábulos e expressões para designar o órgão sexual femini-

## FORMAÇÃO DE TRADUTORES

Apesar de contar com poucos tradutores do árabe, o panorama brasileiro começa a mudar, a partir de esforços de um núcleo da FFLCH-USP. Funcionando como escolas preparatórias de estudiosos do árabe para os ofícios da tradução literária e reunindo alunos da graduação e da pós, o Grupo de Tradução da Poesia Árabe Contemporânea foi criado em 2012 por Michel Sleiman, enquanto o *Tarjama* foi constituído por Safa Jubran no ano seguinte. No caso deste último, as atividades partiram de micronarrativas e contos de autores contemporâneos, que são breves e apresentam sintaxe simples. “O miniconto árabe constitui um microcosmo de procedimentos de linguagem que os tradutores em formação reencontrarão depois nos textos mais longos”, relatam os pesquisadores em artigo publicado em 2020. Na sequência, foram incorporadas narrativas mais longas, de autores de diversas origens. “Os grupos estão formando uma nova geração de tradutores do árabe no Brasil”, explica Jubran, vencedora, em 2019, do prêmio Sheikh Hamad de Tradução e Entendimento Internacional, oferecido pelo governo do Qatar. Ela identifica interesse crescente do mercado editorial brasileiro pela literatura árabe, movimento impulsionado por países como Emirados Árabes e o próprio Qatar, que nos últimos 10 anos têm investido em prêmios e eventos literários. Além da USP, a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) oferece cursos de bacharelado e licenciatura em português-árabe. Em 2019, a Universidade Federal de Sergipe (UFS) criou o Centro de Estudos Árabes e Islâmicos, que atua com linhas de pesquisa sobre a Palestina, geopolítica, história e presença árabe no Brasil.



2

Manuscritos das *Noites* que integram acervo da biblioteca da Universidade de Tübingen, na Alemanha

no. “Nas notas, transcrevi e traduzi todas essas palavras, algo que não é encontrado em outras edições impressas”, compara.

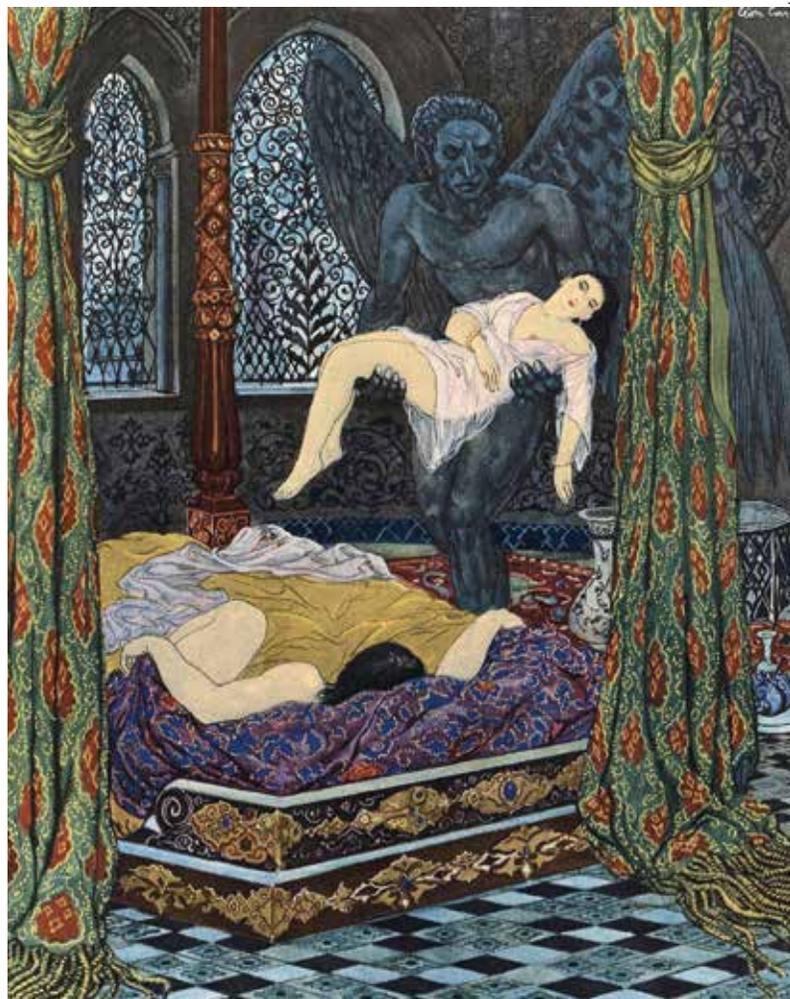
Publicado no ano passado, no quinto volume da tradução das *Noites*, Sherazade narra as histórias de ‘Umar Annu‘mân e seus filhos, três gerações de míticos reis muçulmanos que viviam entre Bagdá e Damasco e buscavam conquistar Constantinopla, cidade que hoje corresponde a Istambul, na Turquia. A disputa funciona como pano de fundo para várias histórias, que envolvem “viciados em haxixe, golpistas, loucos de amor e

amantes mutilados por obra do jogo cego das paixões”, escreve Jarouche na introdução do tomo.

“Até hoje, em todo o mundo, as traduções dessa epopeia vêm sendo feitas a partir de edições em árabe, nas quais o texto original é censurado e reduzido em cerca de 40% do seu tamanho original”, explica. Diferentemente de seus predecessores, Jarouche optou por verter essa história ao português valendo-se de manuscritos que datam dos séculos XIV a XIX e integram acervos de instituições como a John Rylands Library, em Manchester, na Inglaterra, a Biblioteca da Universidade de Tübingen, na Alemanha, a Biblioteca Nacional da França e a Real Academia de História, da Espanha. “Esses manuscritos apresentam diferenças de extensão e qualidade, são repletos de lacunas e partes ilegíveis”, conta. “Por causa disso, antes de começar a tradução propriamente dita, precisei realizar a fixação do texto em árabe, ou seja, determinar que partes de cada documento seriam utilizadas para compor minha tradução. Para isso, realizei pesquisas em 12 manuscritos diferentes.” Jarouche explica ainda que, antes de serem incorporadas às *Noites*, as histórias de ‘Umar Annu‘mân circularam de forma autônoma. “Podemos estar diante de histórias criadas para rivalizar com as *Noites*, mas que acabaram sendo tragadas por ela e contribuíram decisivamente para completá-las”, considera.

Por fim, valendo-se de teorias formuladas pelo antropólogo Claude Lévi-Strauss (1908-2009), e considerando que na mitologia não é possível identificar originais, Werneck sustenta que as *Noites* são o conjunto de todas as suas versões e que não faz sentido considerar algum conto como falso. “As histórias seguem sendo inventadas para além do livro, seus intérpretes fazem novas reescrituras e todas elas integram a obra”, defende. ■

Gravura do francês Léon Carré (1878-1942) feita para a história da princesa Budur, traduzida por Joseph Charles Mardrus (1868-1949) em sua edição das *Noites*



3

O projeto, artigo científico e os livros consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.

# UMA CRÍTICA AFETUOSA

Com análises sobre arquivos de escritores, Eneida Maria de Souza ampliou o alcance dos estudos literários

Christina Queiroz

No Brasil, cartas, documentos e manuscritos eram considerados objetos marginais à análise literária até a década de 1970. A partir daí, por intermédio do trabalho de pesquisadores como a crítica Eneida Maria de Souza, professora emérita da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), tal realidade começou a mudar com a expansão das frentes de investigação no campo da literatura comparada, que possibilitaram a proposição de novas perguntas para o ofício da crítica. Morta aos 78 anos, em 1º de março, em decorrência de um câncer, Souza deixou irmãos e sobrinhos.

A pesquisadora nasceu em Manhuaçu, no interior de Minas Gerais, e formou-se em letras em 1966 pela UFMG. Em 1968, tornou-se professora da Faculdade de Letras da instituição. Sete anos mais tarde, fez mestrado na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ) com dissertação sobre o escritor Autran Dourado (1926-2012). Em 1982, defendeu o doutorado na Universidade Paris VII, na França, com uma tese sobre *Macunaíma*, de Mário de Andrade (1893-1945). O trabalho foi orientado pela crítica literária e linguista búlgaro-francesa Julia Kristeva, considerada referência em estudos na área da semiótica, e deu origem ao livro *A pedra mágica do discurso* (Editora UFMG, 1988).

Amigas e parceiras intelectuais há cerca de 40 anos, Rachel Esteves Lima, professora de literatura na Universidade Federal da Bahia (UFBA), explica que, no doutorado, a ideia inicial de Souza era trabalhar exclusivamente com literatura de cordel, mas ela decidiu analisar a produção de Mário de Andrade e suas relações com o folclore brasileiro. “Suas pesquisas eram abertas para os saberes considerados menores”, afirma Lima, que também é presidente da Associação Brasileira de Literatura Comparada (Abralic).

Roniere Menezes, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG), considera que o doutorado de Souza estabeleceu novos parâmetros para a crítica sobre o autor modernista ao basear-se nos diálogos que *Macunaíma* estabeleceu entre cultura erudita e popular. “A partir de Mário, ela reavaliou noções de propriedade literária e autoria. Eneida foi uma das primeiras pesquisadoras no país a realizar um estudo de fôlego sobre a literatura de cordel, trabalho que repercute na tese”, informa. Com outros professores, ela estruturou o doutorado em literatura comparada na Faculdade de Letras da UFMG em 1985 e, quatro anos depois, fundou o Centro de Estudos Literários (CEL), com a proposta de fomentar pesquisas em acervos e bibliotecas. No mesmo ano, participou da criação do Acervo

de Escritores Mineiros (AEM), que, em um primeiro momento, passou a acolher o espólio da poeta Henriqueta Lisboa (1901-1985) e dos escritores Murilo Rubião (1916-1991) e Oswaldo França Júnior (1936-1989). Localizado na Biblioteca Central do *campus* de Pampulha, hoje, o acervo reúne cerca de 30 mil itens, incluindo manuscritos, correspondências, fotografias e objetos pessoais de intelectuais como os escritores Cyro dos Anjos (1906-1994) e Fernando Sabino (1923-2004). Em 1986, Souza também participou da fundação da Abralic e foi sua presidente de 1989 a 1990.

O sociólogo André Botelho, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), explica que o instrumental teórico de Souza, baseado em pensadores do formalismo russo, do estruturalismo e do pós-estruturalismo, fez com que ela priorizasse a análise da forma literária, mais do que seu contexto social. “Apesar disso, ela também se interessou pelas relações da literatura com a sociedade e a história, ainda que esses diálogos não estivessem em primeiro plano em suas reflexões”, detalha.

O interesse por objetos considerados marginais também mobilizou Souza a elaborar estudos seminais sobre a obra fotográfica de Assis Horta (1918-2018) e Chichico Alkmim (1886-1978), além do trabalho realizado por foto-pintores do Ceará. Segundo Lima, o interesse por te-



Na biblioteca de sua casa em Belo Horizonte, em 2012

mas que recebiam menos atenção fez com que Souza elaborasse estudos pioneiros. Um exemplo disso envolve as investigações em torno de Henriqueta Lisboa que, em 2010, deram origem ao livro *Mário de Andrade e Henriqueta Lisboa – Correspondências* (Edusp/Peirópolis).

Souza tornou-se referência também no campo da crítica biográfica, modelo de análise que “possibilita a interpretação da literatura além de seus limites intrínsecos e exclusivos, por meio da construção de pontes metafóricas entre o fato e a ficção”, anotou a própria crítica literária no livro *Crítica cult* (Editora UFMG, 2002). Ou seja, estudos que procuram compreender a trajetória intelectual de autores estabelecendo relações entre contexto histórico e social, biografia e elementos da obra. Menezes, do Cefet-MG, observa que Souza inovou ao trabalhar com conceitos de intelectuais e crítico francês Roland Barthes (1915-1980), entre eles a ideia de biografema, segundo a qual trajetórias de vida podem ser recompostas a partir de detalhes, fragmentos e gestos.

**Pesquisadora incorporou saberes considerados menores em seus estudos, abrindo novas frentes de trabalho à crítica literária**

*Traço crítico* (1993), *Modernidades tardias* (1998), *Janelas indiscretas: Ensaios de crítica biográfica* (2011), os três da editora UFMG, *Tempo de pós-crítica* (Núcleo de Assessoramento à Pesquisa, UFMG, 1994), *O século de Borges* (Autêntica, 2009) são outros destaques em sua produção bibliográfica. Para sistematizar resultados de projetos de pesquisas em arquivos e acervos realizados em parceria com outros estudiosos, Souza organizou, com Wander Miranda, também da UFMG, os livros *Arquivos literários* (Ateliê Editorial, 2003) e *Crítica e coleção* (Editora UFMG, 2011).

Como professora visitante, a crítica literária lecionou na UFBA, PUC-RJ e universidades do Estado do Rio de Janeiro (Uerj), Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), de Nottingham (Inglaterra), de Poitiers (França) e de San Andrés (Argentina). “Outro traço fundamental de sua trajetória foi a vocação para o magistério, produzindo inquietações e apontando caminhos para os alunos por meio de uma postura afetuosa, até o final da vida”, recorda a socióloga Ma-

riana Chaguri, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Souza orientou 30 projetos de iniciação científica, 6 mestrados, 26 doutorados e supervisionou 10 estudos de pós-doutorado.

**D**esde 2020, Botelho estava envolvido com Souza na coordenação do Projeto Minas Mundo, de revisão crítica do modernismo. De acordo com ele, a iniciativa busca repensar o legado modernista em diálogo com a ideia de cosmopolitismo, distanciando-se de debates que envolvem a identidade nacional. “Souza enxergava a crítica como um gesto de generosidade, afirmando que um bom crítico é aquele que faz um duplo movimento simultâneo de se distanciar e se aproximar do objeto de análise, situando-se em um entrelugar entre o presente e o passado, entre o nacional e o estrangeiro”, enfatiza Lima.

“Ela amou a arte em uma dimensão mais ampla do que a usual. Em sua casa, há uma biblioteca enorme, que contém a história da teoria da literatura, mas também diversos objetos de artesanato”, descreve Lima, que esteve com Souza em seus últimos dias de vida. “Deitada na cama do hospital, ela seguia empenhada em aprovar matrícula de um orientando e enviar dados para a pós-graduação sobre seus projetos de pesquisa”, conclui. ■

# CIENTISTA, INTELECTUAL, DISSIDENTE

O físico Luiz Pinguelli Rosa foi um dos principais formuladores de projetos para a autonomia energética brasileira

Danilo Albergaria

A capacidade crítica, o rigor científico e a independência de pensamento que moviam o engajamento político são as principais marcas da trajetória do físico nuclear Luiz Pinguelli Rosa, morto no Rio de Janeiro aos 80 anos, na quinta-feira (3/3). Professor emérito do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe/UFRJ) e ex-presidente da Eletrobras, estava internado em decorrência de complicações da Covid-19. Deixa três filhos e dois netos.

Foi um cientista pioneiro na adoção de uma abordagem interdisciplinar nos estudos de planejamento energético. Sua atuação profissional é inextricável de sua visão sobre os modelos do desenvolvimento brasileiro, destinando especial atenção à superação das desigualdades e à mitigação dos impactos ambientais gerados pelo crescimento econômico.

Natural do Rio de Janeiro, Pinguelli graduou-se em física pela UFRJ em 1967, após dedicar um breve período da juventude à carreira militar – da qual desistiu após ser preso por criticar o golpe de 1964. Fez o mestrado em engenharia nuclear também na UFRJ e o doutorado em física na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ).

Atento a questões políticas e sociais, Pinguelli encarou o desafio de organizar o sistema elétrico brasileiro para sustentar o crescimento econômico com o menor impacto ambiental possível, procurando também minimizar os custos da geração e da transmissão da energia. O físico Sergio Rezende, da Universidade Federal de Pernambuco, conta que Pinguelli “percebeu muito cedo a importância de o Brasil ter uma matriz energética mais diversificada, com participação das energias eólica, solar e nuclear”. Rezende, que foi ministro da Ciência e Tecnologia, ressalta a importância de Pinguelli em coordenar, durante o período em que ocupou a presidência da Eletrobras, estudos e projetos para a diversificação da produção de energia no Brasil para décadas adiante, dando início à expansão da energia eólica no país.

O engenheiro Ildo Sauer, do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE-USP), afirma que Pinguelli sempre procurou “valorizar a singularidade do sistema brasileiro, com vastos recursos hidrológicos, em detrimento das usinas termelétricas, caras e poluentes, que não garantem a estabilidade do sistema”. Sauer, que em 1980 defendeu o mestrado sob orientação de Pinguelli, ressalta a importância de ele ter “aplicado o rigor científico à compreensão do sistema energético,

entendendo os avanços da ciência como fundamentais para o crescimento econômico e para a superação dos desequilíbrios e das assimetrias da sociedade brasileira”.

À medida que pressionava por políticas públicas que buscassem a autonomia energética nacional, Pinguelli defendia que o caminho a ser trilhado fosse o de diminuir a dependência externa do país na obtenção das tecnologias de geração de energia. Foi nesse sentido sua atuação crítica à decisão do regime militar (1964-1985) de incluir a energia nuclear na matriz energética do Brasil por meio da compra de uma usina pronta, da empresa norte-americana Westinghouse, sem acesso ao conhecimento tecnocientífico envolvido na fabricação do reator. Pinguelli também foi uma das vozes críticas ao Acordo Nuclear Brasil-Alemanha (1975), um programa de transferência tecnológica entre os dois países que consistiu na “compra de reatores nucleares sem uma devida avaliação da possibilidade de desenvolver a competência nacional nessa área”, define o físico Ennio Candotti, hoje na Universidade Federal do Amazonas. Além de questionar o quão efetiva seria a transferência de tecnologia celebrada no acordo, Pinguelli também criticava os custos previstos das usinas e a tecnologia escolhida para o enriquecimento de urânio. “Foi uma



Pinguelli em 2004 no campus da UFRJ, onde era professor do Coppe

iniciativa da ditadura sem diálogo com a comunidade científica”, acrescenta Rezende. A aquisição da Westinghouse deu origem à usina nuclear Angra 1, que entrou em operação comercial em 1985 em Angra dos Reis, no Rio de Janeiro. O acordo com a Alemanha previa a construção de oito novas usinas, com crescente incorporação de tecnologia nacional. Mas apenas Angra 2 foi concluída, começando a operar em 2001. Angra 3 está em construção.

No final do século passado, os avanços da ciência sobre a mudança do clima causada pela emissão de gases de efeito estufa acrescentaram mais uma dimensão de complexidade à questão do desenvolvimento econômico brasileiro. Pinguelli respondeu a isso procurando compreender

os impactos ambientais e climáticos de diferentes formas de produção de energia. O engenheiro Maurício Tolmasquim, do Coppe, cita os estudos do físico sobre emissões de metano pelas usinas hidrelétricas. Pinguelli fez parte do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e ocupou o cargo de secretário-executivo do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, ajudando a coordenar esforços para desenvolver fontes de energia renováveis.

**Físico coordenou a diversificação da produção de energia no Brasil para décadas adiante, dando início à expansão da energia eólica**

A interdisciplinaridade, fundamental nas ciências do clima, foi uma marca da atuação acadêmica de Pinguelli, que criou a área de pesquisa em planejamento energético no Coppe, na qual concorrem conhecimentos das engenharias, da física, da economia e da sociologia. Seus estudos

em planejamento energético o levaram à presidência da Eletrobras, cargo que ocupou entre janeiro de 2003 e maio de 2004. No Coppe, foi diretor cinco vezes entre 1986 e 2015.

Pinguelli também foi professor do Programa de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia da UFRJ e escreveu o livro *Tecnociências e humanidades* (Paz e Terra, 2005), em dois volumes, que se tornou referência nesse campo eminentemente transdisciplinar. Nessa universidade ajudou a fortalecer, nos anos 1990, o Fórum de Ciência e Cultura, que com isso se tornou mais influente e próximo da sociedade e hoje é coordenado pela matemática e historiadora Tatiana Roque.

Ela esclarece que, mais do que para a pesquisa, a atuação de Pinguelli foi voltada para a formação de pesquisadores, incluindo ela própria. Ele orientou dezenas de alunos de mestrado e doutorado e foi professor e pesquisador visitante em universidades e instituições de pesquisa dos Estados Unidos, da França, da Polônia, da Itália e da Argentina.

**C**andotti, que acompanhou de perto a carreira do colega, diz que Pinguelli não se contentou em fazer ciência pela ciência. “Ele se dedicou a legar à física uma dimensão maior, como parte do desafio de dar ao país uma capacidade de desenvolvimento justo, com respeito aos direitos humanos”, afirma. Para Rezende, o legado de Pinguelli teve muitas faces: “Além de ter dado muitas contribuições científicas para a área de energia, ele também atuou como gestor e como líder do movimento docente pelo fortalecimento das universidades públicas”.

Nos depoimentos dos colegas, o físico aparece como um cientista e intelectual muito pouco dogmático. “Ele não aceitava verdades prontas, tinha um espírito contestador”, lembra Tolmasquim. “Mesmo com toda a experiência que tinha, ele ouvia as pessoas e muitas vezes incorporava o que escutava ao seu pensamento”, diz Roque. Sauer sublinha a fidelidade de Pinguelli ao rigor científico ao mesmo tempo que “sempre foi um pensador independente e questionador”. E Candotti ressalta: Pinguelli “era um dissidente, uma figura de resistência que trabalhou para criar uma universidade melhor em um mundo democrático”. ■

# O plano do Príncipe do Brasil



## Historiador português identifica o projeto de um navio construído no Brasil guardado em um museu britânico desde 1811

Carlos Fioravanti

“Fiquei muito feliz”, conta o historiador português Nuno Saldanha, da Universidade Europeia, em Lisboa, ao lembrar-se do dia em que identificou o plano de construção de um navio de guerra construído no Brasil entre 1797 e 1802 que integrou a frota usada pela Corte portuguesa para se mudar para o Brasil em 1808.

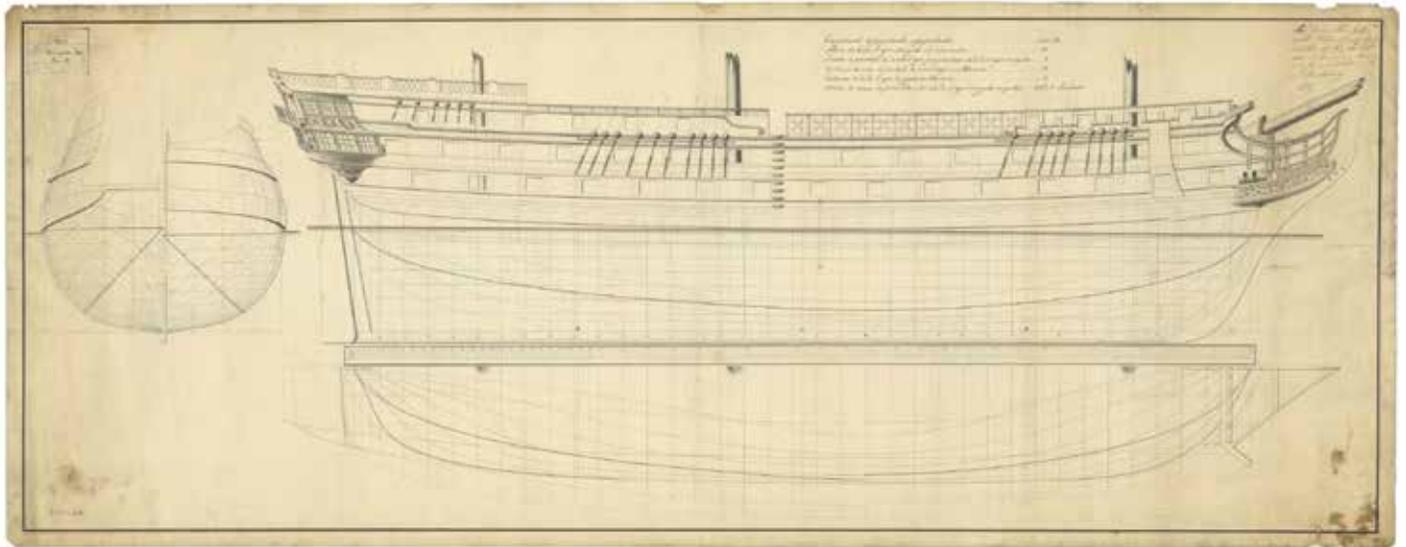
Foi no início do ano passado, quando ele recebeu em sua casa, também em Lisboa, uma encomenda muito aguardada do Museu Marítimo Nacional, de Greenwich, em Londres. Era uma cópia de uma folha com desenhos de construção do até então identificado apenas como “Navio português sem nome”. Final-

mente Saldanha pôde ler o texto acima dos desenhos, com as medidas do navio, ilegíveis na versão do site do museu – ele havia pedido essas informações, sem sucesso, durante sete anos.

Ao conferir as medidas com as descrições de navios do século XIX que guardou ao longo de uma década, Saldanha concluiu que se tratava da nau Príncipe do Brasil. O desenho e as medidas coincidiam também com a descrição e as fotos do livro *Modelos de navios existentes na Escola Naval que pertenceram ao Museu de Marinha*, escrito pelo capitão de fragata João Braz de Oliveira (1851-1917) e publicado em 1896 pela Imprensa Nacional de Portugal.

*Embarque da família real portuguesa para o Brasil em 1807, pintura do século XIX atribuída a Nicolas-Louis-Albert Delerive*





Plano de construção da agora identificada nau Príncipe do Brasil, guardado desde 1811 em um museu de Londres

“É um desenho importantíssimo, porque quase não existem mais planos de navios antigos portugueses”, ressalta Saldanha. Projetado pelo arquiteto construtor português Manuel da Costa (1774-1824), o Príncipe é, afirma ele, “o primeiro navio construído no Brasil com desenho próprio”, porque o mais habitual era os construtores aproveitarem desenhos enviados de Lisboa.

“Os ingleses não sabiam o que tinham em mãos”, observa o historiador. O plano de construção deve ter sido enviado de Lisboa inicialmente a Plymouth, estaleiro do sudoeste da Inglaterra onde a nau foi reformada, antes de ser remetido ao museu em 1811. Uma versão digital estava no site do museu e na Wikimedia, nos dois casos sem detalhes.

Até sua identificação, detalhada em um artigo publicado em novembro na revista *Navigator*, o único plano de construção de um navio da frota de 1808 era o da Rainha de Portugal, também guardado, com identificação precisa, no Museu Marítimo. As duas naus tinham três masts e o mesmo comprimento, 55,5 metros (m), e larguras próximas, a Rainha com 14,5 e o Príncipe com 14,9. Eram navios de guerra – tanto a Rainha quanto o Príncipe com 74 canhões – usados para integrar a esquadra de 17 embarcações, escoltadas por 4 fragatas da Marinha britânica, que trouxe para o Brasil a Corte e seu séquito, um total aproximado de 15 mil pessoas.

Com capacidade para 670 pessoas, o Rainha trouxe as filhas de Carlota Joaquina (1775-1830), mulher do rei dom João VI (1767-1826), Maria Francisca de

Assis (1800-1834) e Isabel Maria (1797-1818), na esquadra que saiu de Lisboa em 29 de novembro de 1807, chegou a Salvador em 22 de janeiro do ano seguinte e terminou no Rio de Janeiro em 8 de março. O Príncipe, com cerca de mil passageiros, incluindo a tripulação, trouxe a rainha dona Maria (1734-1816), dom João e seus filhos Pedro (1798-1834) e Miguel (1801-1866), mas sofreu avarias – os masts se quebraram –, e as duas princesas foram transferidas para o Rainha de Portugal.

“Provavelmente o Príncipe do Brasil, como as outras naus, chacoalhava muito e rangia o tempo todo, além da água que devia entrar continuamente, porque as

juntas entre as madeiras nunca eram vedadas perfeitamente”, comenta o engenheiro naval Gustavo Assi, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. “Nenhuma viagem de barco naquela época era confortável, segura e saudável.”

**A**pós examinar os desenhos e o artigo de Saldanha a pedido de Pesquisa FAPESP, Assi observou que o Príncipe tinha uma linha de flutuação apenas 20 centímetros (cm) acima da superfície do mar e um centro de estabilidade, o chamado metacentro, alto, sugerindo que ele devia balançar sempre de um lado para o outro. Tinha um perfil mais afilado que o da Rainha e ambos eram mais alongados que os similares ingleses e franceses. “Quanto mais fino o perfil do navio, menor a resistência à água e maior a velocidade”, diz ele. “Inversamente, navios bojudos, como as caravelas, carregavam muita carga, mas eram lentos.”

Segundo Saldanha, o Príncipe constituiu “a primeira prova da aplicação dos princípios de Chapman na construção de naus portuguesas”. Fredrik Chapman (1721-1808) era um construtor sueco de navios e oficial da Marinha, pioneiro na aplicação de métodos científicos na construção naval, que ressaltavam a importância da formação em cálculo, geometria e hidrodinâmica. Se por um lado

**No final do século XIX, os navios ganharam velocidade com um perfil em forma de U, em vez de V – uma inovação do engenheiro catarinense Trajano de Carvalho**

Retratos de dom João VI, pintado por Albert Gregorius, e de sua mulher, Carlota Joaquina, de autor desconhecido. Ao lado, pintura de M. Yarwood da nau Rainha de Portugal, do mesmo porte que o Príncipe do Brasil, após vencer uma batalha em 1833



2

a adoção desses métodos tornou o ofício mais profissional, por outro causou uma elitização e reduziu as chances de carpinteiros especializados na construção de navios assumirem postos mais altos, como antes. “Chapman sistematizou os conceitos sobre estabilidade naval”, reforça Assi. Nos planos de construção de navios em seu livro *Architectura navalis mercatoria* (*O mercador de arquitetura naval*, em latim), de 1768, o sueco sempre mencionava as distâncias do centro de gravidade ao metacentro e deste à linha de flutuação, que constam nos desenhos da nau portuguesa.

Costa aplicou os conceitos de Chapman porque os aprendera com seu mestre Torcato José Clavina (1736-1793), responsável pelo projeto e construção da nau Rainha. Costa trabalhou por mais de 20 anos no Arsenal de Lisboa até ser indicado construtor de naus e fragatas da Armada Real do Arsenal da Bahia. Ele chegou a Salvador em 1796 com um alvará da rainha dona Maria I concedendo-lhe algo bastante incomum – total liberdade de criação. “O reinado de dona Maria I foi de grande incentivo para o desenvolvimento da Marinha”, explica o historiador. Há relatos de que as autoridades da Marinha portuguesa no Brasil tentaram intervir no projeto, mas o construtor lembrou-lhes de sua liberdade real e não acatou as sugestões.



4



3

A construção do Príncipe demorou seis anos, prazo muito longo para a época. As madeiras locais eram boas, mas a mão de obra era escassa e fugidia, atraída por ganhos maiores oferecidos pelos estaleiros privados. Era demorado e caro importar ferragens, cordas e velas. O navio custou 233 contos de réis, cerca de R\$ 28,7 milhões em valores atualizados, o dobro do Rainha de Portugal.

**N**a viagem inaugural, em 1802, com 370 pessoas a bordo, o Príncipe transportou uma remessa de plantas, sementes e pássaros coletados pelo naturalista baiano Alexandre Rodrigues Ferreira (1756-1815), que percorreu a Amazônia de 1783 a 1792 e havia regressado a Lisboa. Depois da viagem de 1808, o Príncipe permaneceu no Brasil, provavelmente navegou ao longo da costa

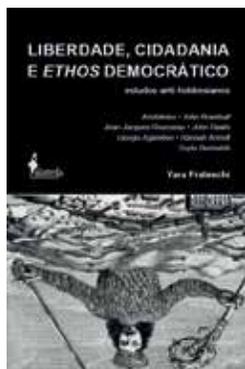
brasileira, depois foi convertido em cadeia e, talvez por falta de manutenção, desmontado em 1822; o Rainha teve uma vida mais longa, de 1791 a 1848. Por sua vez, Costa fez outros navios e, depois da Independência, voltou a Lisboa. “Como outros portugueses que retornaram nessa mesma época, ele teve dificuldade para encontrar outro emprego”, observa Saldanha.

No final do século XIX, o engenheiro naval catarinense Trajano Augusto de Carvalho (1830-1898) fez o caminho inverso, com um formato inovador de carena, a parte submersa do casco de uma embarcação. No primeiro navio construído no Arsenal da Marinha da Corte após a Guerra do Paraguai (1864-1870), a Corveta Trajano, ele implantou um novo tipo de carena, com bordas retangulares, em forma de U, em vez da habitual, em V (*ver Pesquisa FAPESP nº 70*).

“Ao mudar a geometria do casco, ele revolucionou a hidrodinâmica, porque a resistência da água diminuiu e o navio ganhou velocidade e estabilidade”, comenta Assi. A inovação foi patenteada em 1870 na Inglaterra e apresentada na Exposição Universal de Viena, três anos depois. Os navios ingleses incorporaram o novo formato de casco depois de os testes do engenheiro naval inglês William Froude (1810-1879), autoridade mundial nessa área, registrarem uma economia de cerca de 30% de carvão, usado como combustível nos motores a vapor. Trajano morou alguns anos na Inglaterra e permitiu que a Marinha brasileira, da qual ele saiu em 1889, usasse sua invenção sem pagar *royalties*. ■

# Em defesa da democracia

Maria Isabel Limongi



**Liberdade, cidadania e *ethos* democrático: Estudos anti-hobbesianos**  
Yara Frateschi  
Alameda  
396 páginas  
R\$ 68,00

**L**iberdade, cidadania e *ethos* democrático: Estudos anti-hobbesianos, de Yara Frateschi, reúne artigos produzidos ao longo do tempo e apresentados como tese de livre-docência. Exibe, assim, o percurso de formação e maturação de uma pesquisadora de peso, tendo o seu doutorado servido de referência aos estudos subsequentes e como ponto de chegada as lutas feministas e identitárias, das quais a autora se tornou importante porta-voz e referência. O conjunto prima pela clareza de exposição e pela firmeza das posições, numa escrita engajada, de olho no presente e na democracia que se trata de construir entre nós.

O fio condutor é desde logo esclarecido numa longa introdução – o maior e mais recente texto do volume –, amarrando a série de estudos antes dispersos, nos quais autores clássicos como o grego Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), o inglês Thomas Hobbes (1588-1679) e o suíço Jean-Jacques Rousseau (1712-1778), e contemporâneos, como a alemã Hannah Arendt (1906-1975), a turca Seyla Benhabib, os norte-americanos Nancy Fraser e John Rawls (1921-2002), e o italiano Giorgio Agamben, são mobilizados a fim de construir uma leitura contemporânea acerca da democracia e, sobretudo, do *ethos* que a acompanha.

No eixo da constelação estão Hobbes e Arendt, tendo por base a leitura que Arendt faz de Hobbes em *As origens do totalitarismo*. A tese do livro poderia ser assim resumida: a física da política de Hobbes tem de ser substituída pela ética da política de Arendt. Daí o subtítulo do livro: *Estudos anti-hobbesianos*. A ideia é que, no lugar de pensar a(o) política(o) a partir do autointeresse, como fez Hobbes, é preciso pensá-la(o) a partir do que Arendt, Benhabib e a autora conceitualizam nos termos de uma “mentalidade alargada”, uma eticidade construída à medida que se leva em conta o ponto de vista dos outros, em que consistiria no fundamento moral da política, ausente no *Leviatã*. Frateschi reedita assim a crítica que autores como os britânicos A. A. Cooper, o terceiro conde de Shaftesbury (1671-1713), David Hume (1711-1776) e Adam Smith (1723-1790) endereçaram ao que entendiam ser a moral do egoísmo hobbesiano.

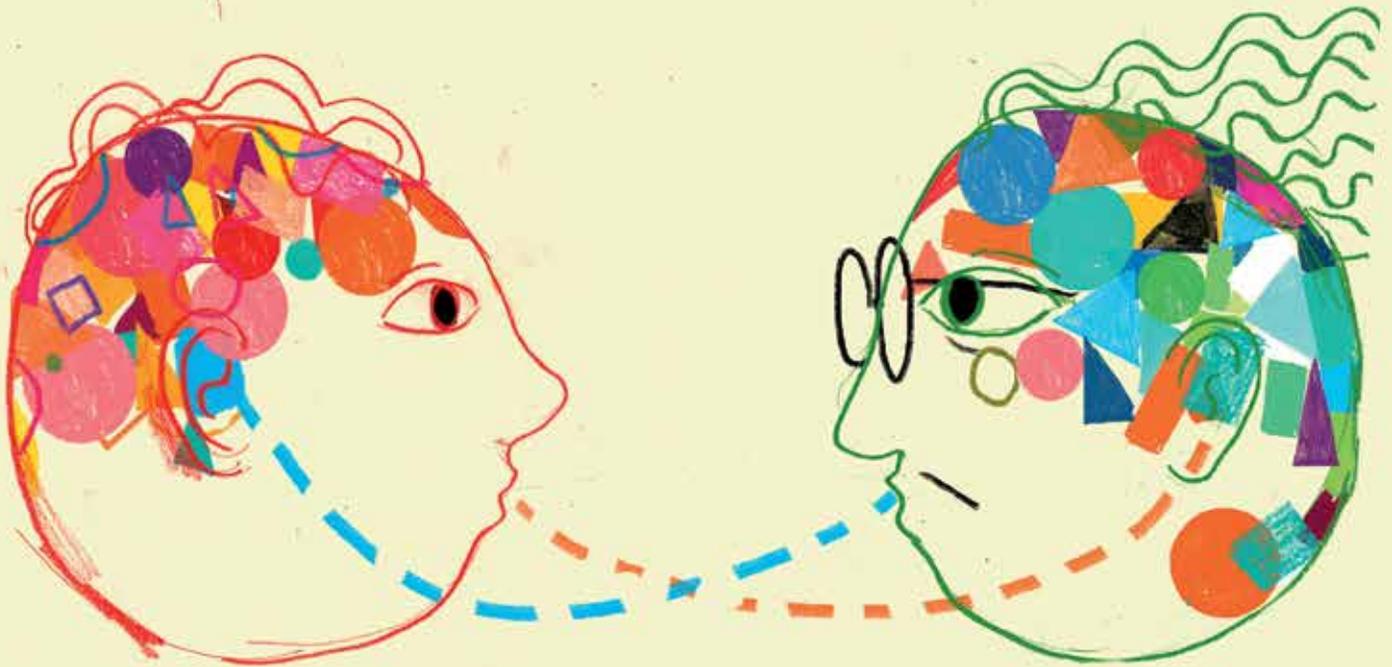
É de se perguntar, contudo, quão anti-hobbesiana a autora é. Pois ela sinaliza mais de uma vez

que sociedades plurais, perpassadas por conflitos, não podem contar apenas com a ética, sendo imprescindível recorrer ao direito e à proteção jurídica garantida pelo Estado. Sendo assim, e levando em conta que Hobbes é o teórico do Estado por excelência, parece que não se trata de pensar o *ethos* democrático em oposição, mas em complemento a Hobbes, em cuja agenda – a autora está certa em apontar – não havia lugar para a participação, a cidadania ativa e a cultura democrática.

É por não abrir espaço para essa agenda que Agamben desponta como o segundo autor a quem Frateschi se contrapõe com veemência. Segundo ela, Agamben abraçou uma “ideologia da ruína” e desprezou os potenciais emancipadores da modernidade – mais precisamente, a possibilidade de alargamento das mentalidades, que, no entanto, poderia responder ao problema posto pela teoria da soberania hobbesiana levantado por ele. Os demais pensadores são mobilizados enquanto apoio, diferentes propostas e modos de pensar o *ethos* democrático cuja importância se advoga.

O ponto alto é o contraponto (ou somatória?) entre Arendt e Benhabib. Como mostra Frateschi, se Arendt se referencia na *Crítica do juízo*, do prussiano Immanuel Kant (1724-1804), para pensar a mentalidade alargada, Benhabib a critica por não ter sido suficientemente kantiana e ter deixado de lado o universal. Benhabib pensa em termos de “atualização do universal”, sendo esse o “princípio da reciprocidade igualitária” operando como uma sorte de imperativo categórico da política. Arendt parece caminhar em sentido contrário, atenta ao particular e ao concreto, e entendendo a pluralidade como um acontecimento. Frateschi, por sua vez, quer pensar, com o apoio dessas autoras, as lutas identitárias, para as quais se trata de afirmar as diferenças de perspectivas e a singularidade dos lugares de fala, ao mesmo tempo que institui direitos, em sua pretensão de universalidade. Mais que tudo, o livro convoca a nos engajarmos nessa luta como forma de cultivar a democracia, hoje fortemente ameaçada.

Maria Isabel Limongi é professora de filosofia política na Universidade Federal do Paraná (UFPR)



## Diálogo para o conhecimento

Orientação de estudos acadêmicos requer o estabelecimento de metas e um ambiente de trabalho pautado na colaboração

**D**a iniciação científica ao doutorado, as metodologias de trabalho entre orientador e orientando devem ser adaptadas conforme o perfil dos pesquisadores envolvidos, bem como a natureza do estudo em questão. Mas, a despeito das particularidades de cada caso, alguns elementos são comuns a relações bem-sucedidas. Entre eles estão a determinação de metas de curto, médio e longo prazo, o incentivo à troca de conhecimento com outros estudantes e o apoio na resolução de dificuldades envolvendo metodologias, experimentos em laboratórios e pesquisas de campo.

Em artigo publicado em dezembro de 2021 na revista *Nature*, alunos de doutorado do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), nos Estados Unidos, chamam a atenção sobre práticas que facilitam a comunicação

efetiva com seus orientadores. Compreender as próprias necessidades constitui o primeiro passo, pois permite identificar se o aluno trabalha melhor com prazos flexíveis ou predeterminados, além de saber se demanda uma orientação mais estrita ou prefere a liberdade de escolher suas próprias questões de pesquisa. Estabelecer o tempo preciso para se preparar para reuniões individuais, definir as prioridades com o orientador, conhecer sua forma de trabalhar e rever constantemente suas metas são outras diretrizes apontadas pelo artigo.

Partindo das reflexões feitas por esses estudantes, três profissionais brasileiros reconhecidos com o Nature Awards for Mentoring in Science em 2021 relatam o que consideram boas práticas, destacando a necessidade de oferecer autonomia aos

estudantes com quem atuam. Lançado em 2005, o prêmio anual reconhece profissionais que se destacam pela “orientação científica excepcional” a pesquisadores em início de carreira. Cada ano, uma região ou país é escolhido para receber a premiação. Em 2021 o Brasil foi o lugar selecionado.

“Delego muita responsabilidade para meus alunos, que precisam assumir o planejamento sobre seus projetos desde o começo. Dou ideias, sou aberto para o diálogo e exijo a presença deles no laboratório, mas ao mesmo tempo não controlo horários. Incentivo que tomem decisões por conta própria. Autonomia para trabalhar é fundamental”, considera o geneticista Carlos Menck, do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (ICB-USP), um dos premiados em 2021 pela *Nature*. Em 40 anos de carreira, Menck orientou 37 doutorados e 14 mestrados, além de ter supervisionado 15 estágios de pós-doutorado. Atualmente é responsável por 10 orientações. “Respeito mútuo também é fundamental. Orientador e orientando precisam sentir que a relação está funcionando. É como se fosse um casamento”, compara.

Na mesma linha, outra pesquisadora premiada em 2021, a imunologista Alessandra Filardy, coordenadora do Laboratório de Imunologia Celular da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), destaca que a relação de respeito envolve a compreensão de que os estudantes devem ser tratados como profissionais, mesmo que estejam na iniciação científica. “Por isso, procuro fazer contatos com eles no horário comercial e evito enviar e-mails durante o final de semana, além de incentivá-los a que saiam de férias”, conta. Para ela, autonomia também é premissa do trabalho conjunto, de forma que estimula os orientandos a realizar seus experimentos diversas vezes até acertar. “Tento não interferir, para que possam aprender com os erros. O limite dessas tentativas é quando elas começam a gerar custos muito altos”, pontua.

Com três estudantes de iniciação científica, dois alunos de mestrado, dois de doutorado e uma supervisão de pós-doutorado, além de uma enfermeira que faz aperfeiçoamento científico no laboratório sob sua orientação, Filardy realiza, semanalmente, tanto reuniões individuais quanto em grupo. “Nos encontros individuais, abordo questões técnicas mais específicas de cada projeto, além de escutar problemas e inquietações relacionadas com o futuro no meio científico ou com a vida pessoal. Nos encontros coletivos, os estudantes apresentam artigos publicados e dados que pretendem expor em congressos, com a troca

de conhecimento ocorrendo entre pares, o que também contribui para o avanço das pesquisas.”

Incluir os orientandos em discussões sobre decisões administrativas envolvendo o laboratório, de maneira que eles acompanhem a disponibilidade de recursos financeiros para os experimentos e o que foi gasto em cada projeto ou equipamento, é outra diretriz de trabalho da imunologista, que não costuma frequentar a bancada diariamente. “Minha equipe de orientandos se responsabiliza por transmitir o conhecimento técnico para os novos estudantes, enquanto eu me concentro no gerenciamento do trabalho conjunto. Para resolver problemas, sejam técnicos ou administrativos, estou sempre presente”, afirma Filardy, que antes de tomar decisões costuma conversar com todos os integrantes do laboratório. Para ela, um diálogo dessa ordem fomenta o desenvolvimento de um ambiente de colaboração. “A produtividade no trabalho não deriva de situações competitivas, mas sim da colaboração entre os envolvidos”, analisa. Outra estratégia que adota é elogiar seus estudantes em público, reservando as críticas para conversas em privado, evitando situações de constrangimento.

A pesquisadora procura ainda incentivar os estudantes a concluir a etapa da formação no laboratório, mesmo que o objetivo final não seja uma trajetória acadêmica. “Tento mostrar aos alunos que a pesquisa científica é importante não apenas para quem deseja seguir carreira acadêmica, mas também abre portas na indústria ou no mercado corporativo”, destaca. Ela conta





a história de uma de suas orientandas, que pretendia abandonar a universidade depois do mestrado, mas mudou de ideia ao receber um convite para permanecer no laboratório e investir no doutorado. “Hoje essa aluna faz pós-doutorado sob minha supervisão e é uma de minhas principais parceiras de trabalho”, conta.

Com seis alunos de iniciação científica, cinco de mestrado, 11 de doutorado e uma supervisão de pós-doutorado em andamento, o farmacologista Waldiceu Verri, do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina (UEL), enxerga o trabalho de orientação como uma metodologia ativa de ensino, ideia que facilita a interlocução com alunos inexperientes. “Conforme o perfil de cada estudante, adoto uma postura de cobrar mais ou menos o desenvolvimento do trabalho”, diz Verri, outro pesquisador brasileiro agraciado com o prêmio da edição 2021. Com seus orientandos, o farmacologista acompanha diariamente os experimentos no laboratório do Centro de Ciências Biológicas, ocasião que aproveita para discutir os acertos e erros de percurso, além dos resultados obtidos.

Quando não pode acompanhar presencialmente os experimentos, solicita aos alunos atualizações sobre os avanços no projeto. “Gosto de marcar presença especialmente antes e durante o experimento, para garantir um bom planejamento do projeto e uma boa condução de sua execução. Busco construir o caminho da

pesquisa de forma conjunta com os alunos, sem impor decisões. Penso que isso ajuda na estruturação de um raciocínio crítico próprio.” Quando os experimentos não são bem-sucedidos, Verri sugere a alteração de um elemento de cada vez, antes da experiência ser refeita, para que seja possível identificar com mais facilidade onde ocorreu o erro. “Também incentivo e apoio os alunos a fazer doutorado-sanduíche, para que ampliem seu repertório e tenham diferenciais na formação”, conta Verri.

“Muitos alunos reclamam da falta de uma orientação efetiva em seu percurso acadêmico. Os poucos estudos desenvolvidos sobre essa temática apontam a orientação como uma questão nevrálgica do sistema de pós-graduação”, afirma a linguista Eliete Correia dos Santos, do curso de Arquivologia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e do Programa de Pós-graduação em Linguagem e Ensino da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Em pesquisa desenvolvida para mapear e sistematizar boas práticas nas orientações realizadas na pós-graduação em linguagem e ensino da UFCG, Santos identificou elementos-chave do trabalho. “Definir um objetivo claro, planejar as ações conforme a disponibilidade de tempo, ter disciplina, foco e continuidade, além de oferecer autonomia para os estudantes, são alguns dos pontos principais”, resume Santos, que também atua no Programa de Pós-graduação de Formação de Professores da UEPB. Ela enfatiza, ainda, que a autonomia do orientando está vinculada ao ato responsável do orientador. “Cabe ao orientador se preocupar com a evolução do discente, levando em consideração suas fragilidades e estimulando-o a novos desafios”, detalha. Com duas orientações de iniciação científica e oito de mestrado, ela promove encontros semanais e define metas de entregas, atualizadas pelos próprios estudantes a cada sete dias. “Se não houver sistematização e continuidade das ações, há uma tendência do orientando se perder. Diante da questão temporal, perseguir a continuidade nas variadas fases da pesquisa, da coleta à análise dos dados, é indispensável para a eficácia do processo”, escreveu a linguista em artigo com os resultados do projeto. ■ **Christina Queiroz**

---

#### Artigo científico

SALGADO-SALÓ, L. *et al.* Managing up: How to communicate effectively with your PhD adviser. *Nature*. dez. 2021.

#### Livro

SANTOS, E. C. “Desafios da orientação na pós-graduação brasileira: Relatos da experiência na Posle/UFGC.” In: ARAÚJO, D. L. *et al.* (orgs.). *Caminhos do Programa de Pós-graduação em Linguagem e Ensino: Identidade, estudos e formação de pesquisadores*. Campina Grande: Edufpg, 2019.

## Desafios amazônicos

Ecóloga ampliou o olhar das aves à floresta e, além da pesquisa, passou a se dedicar à política ambiental



No Inpa, Mesquita mostra os frutos de taperebá, muito usados para fazer suco e sorvete na região

Como coordenadora de extensão do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) desde 2017, a mineira Rita Mesquita se ocupa da difusão dos resultados científicos da instituição. Com o advento da pandemia, sua equipe precisou buscar novas maneiras de concretizar suas ações. “Tivemos de aprender a trabalhar mais com redes sociais e YouTube e começamos a receber pedidos de escolas de fora de Manaus, até de São Paulo, para visitas virtuais ao Bosque da Ciência”, lembra, referindo-se ao espaço dedicado a educação e divulgação científica que fica dentro do Inpa. A profusão de encontros não presenciais entre pesquisadores também permitiu a criação de um acervo de entrevistas, apresentações e aulas, contribuindo para a construção da memória da ciência na Amazônia. No âmbito do projeto que coordena sobre florestas em regeneração, o trabalho remoto propiciou a construção de uma grande base de dados em colaboração com mais de 20 pesquisadores de 12 instituições. “A possibilidade de trabalhar a distância está mudando a forma como fazemos ciência.”

Durante a graduação em biologia, na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Mesquita soube do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos

Florestais (PDBFF), então recém-criado no Inpa pelo ecólogo norte-americano Thomas Lovejoy (1941-2021), e escreveu ao ornitólogo Richard (Rob) Bierregard, demonstrando interesse pela iniciativa. Como resposta, recebeu uma passagem aérea que lhe permitiu viajar a Manaus no dia seguinte à formatura, em fevereiro de 1985. Em sua segunda noite no estado do Amazonas, enfrentou o frio enrolada em uma toalha de banho, em uma rede em plena floresta, fria e úmida durante a madrugada.

“Era para ser um estágio de alguns meses, virou a vida inteira”, resume os últimos quase 40 anos. Foi no Inpa que conheceu o marido, o biólogo norte-americano Mario Cohn-Haft, que também foi para Manaus atraído pelo projeto.

A rotina de desmatamento que Mesquita presenciou tirou seu foco das aves, que estudou no mestrado. “Não dava para continuar só olhando passarinho.” Passou então a trabalhar com ecossistemas para contribuir com a política ambiental. Durante o doutorado na Universidade da Geórgia, nos Estados Unidos, a pesquisadora desenvolveu equações, usadas até hoje, para melhorar as métricas de emissões de matas degradadas.

De volta ao Inpa, trabalhou como consultora na adequação dos critérios

ambientais de certificação FSC (Forest Stewardship Council) à floresta amazônica, foi coordenadora científica do PDBFF e em 2004 tornou-se secretária adjunta de gestão ambiental da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas. No serviço público, dedicou-se à captação de recursos internacionais para conservação e esteve envolvida na estruturação do sistema estadual de áreas protegidas.

Explorando o caminho entre a pesquisa e o público, de 2008 a 2012 Mesquita integrou a coordenação do Jardim Botânico de Manaus e foi diretora técnica do Museu da Amazônia (Musa), que pertence ao Inpa. Entre 2010 e 2016, criou e esteve à frente do programa de mestrado profissional em gestão de áreas protegidas da Amazônia.

“A cada dois ou três anos, mudo de profissão”, brinca. Há meia década respondendo pelo programa de extensão, já começa a sentir a necessidade de nova mudança. No momento, Mesquita, aos 60 anos, sente-se atraída por ver como a ciência pode contribuir mais com políticas públicas pela Amazônia e seu potencial de unir a defesa da floresta e das pessoas que vivem na região. “Nunca me aventurei em negócios, e muito pouco na política”, diz, desafiada. ■

Maria Guimarães



# FOLHEIE A PESQUISA FAESP ONDE ESTIVER



Leia a revista  
na plataforma ISSUU

Faça o download  
de edições

PARA RECEBER OS AVISOS,  
É SÓ SE CADASTRAR



[ISSUU.COM/PESQUISAFAPESP](https://issuu.com/pesquisafapesp)



APROVEITE !



**À VENDA EM BANCAS  
DE TODO O PAÍS**